مشروع أوريون

القصَّة الحقيقية لسفينة الفضاء الذرية

جورج دايسون

تعريب: وليد شحادة

مكتبة العبيكان

مشروع أوريون



مشروع أوريون

القصَّة الحقيقيَّة لسفينة الفضاء الذرِّيَّة

تأليف

جورج دايسون

تعريب

وليد شحادة

مكتبة العبيكان

Original title:

Project Orion

The True Story Of The Atomic Spaceship

by George Dyson

ISBN 0 - 8050 - 5985- 7

Published by: Henry Holt And Company. LLc, New York, NY 10011, USA

الرياض 11595، المملكة العربية السعودية، شمال طريق الملك فهد مع تقاطع العروبة، ص.ب. 62807

Obeikan Publishers, North King Fahd Road, P.O. Box 62807, Riyadh 11595, Saudi Arabia

الطبعة العربية الأولى 1425هـ ـ 2004م

ISBN 9960 - 40 - 546 - x

ح مكتبة العبيكان، 1425هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

دايسون، جورج

مشروع أوريون. / جورج دايسون؛ وليد شحادة. - الرياض، 1425هـ

464 ص؛ 16,5 × 24 سم

ردمك: 9960 - 40 - 546 - x

1 ـ سفن الفضاء أ. شحادة، وليد (مترجم)

ب. العنوان

ديوي: 629, 4 1425 / 567

رقم الإيداع: 1425 / 567

ردمك: 9960 - 40 - 546 - x ISBN

إلى تِد تايلور



لقد حكمتْ بفناء جنس العمالقة،
وبدأت تنصب الشِّراك التي تترصد للشمس.

هـ. ج. ويلز، 1914

المحتوى

	مقدمة	11
1.	سبوتنيك	15
2.	العالَم طليقاً	29
3.	«شيطان» أولام	44
4.	شركة جنرال أتوميك	57
5.	مفاعل تريغا النووي	72
6.	الكتلة الحرجة	84
7.	التيارات الكهربائية ومبدأ ذَريّة الطاقة	101
8.	كرات لو ألن	114
9.	وكالة مشاريع البحوث المتطورة	123
10.	كولومبوس	141
11.	سفينة نوح	157
12.	التمدّد الحر للغاز	175
13.	أشد حرارة من الشمس وأكثر برودة من القنبلة	191

14. المادّة المتفجرة سي فور C-4 207

15. موقع بوينت لوما 224

16. أَحلام مهندسين 244

17. كوكاكولا 259

18. إِنسيلادوس، القمر التابع لزحل 275

19. قوة عسكرية في أعماق الفضاء 292

20. موقع «جاك آس فلاتس» للتجارب 313

21. الغبار الذرّي 334

22. معمل مدينة هنتسفيل 355

23. موت مشروع 378

24. 2001 402

25. يترصدون للشمس 429

ملحق 443

هوامش 457

مقدّمة

سيارة شيفروليه طراز بيل أير

في عام 1957 لم تكن أحزمة المقاعد من التجهيزات الأساسية للسيارات الأمَريكية، بل كانت الزعانف الذيلية ميزة تتصف بها هذه السيارات. وقد بلغت هذه الزعانف أوج شعبيتها في طراز سيارات الشيفروليه بيل أير Bel-Air لعام 1957. محرك هذه السيارة ست أسطوانات سعة 235 بوصة مكعبة متوضعة على استقامة واحدة، أَو ثماني أسطوانات سعة 283 بوصة مكعبة متوضعة على هيئة الحرف اللاتيني V، وهي مزوَّدة بعلبة سرعة للتبديل اليدوي أَو الآلي التلقائي. وأما مظهرها الخارجي فيزينه لونان يفصل بينهما قضبان من الألومنيوم المصقول ليعطي لمعاناً وبريقاً، يوحي للناظر إِليه أن مدينة لوس أنجيليس تعيش عصر الفضاء بينما ظلَّت مدينة ديترويت متخلِّفة في العصر الحديدي. وكانت التجهيزات الاختيارية لهذا الطراز من السيارات تتضمن، إِضافة إِلى أحزمة المقاعد، نوافذ تفتح وتغلق آلياً، ومقاعد سداسية يمكن ضبط توضعها آلياً، وثمة آلة حلاقة كهربائية. لقد كانت شركة «جنرال موتورز»، الصانع لهذه السيارات، السبَّاقة على الطرقات في حين كان الروس السبَّاقين في ميدان الفضاء.

يروي هذا الكتاب حكاية مشروع أوريون Project Orion، حين التقى في

عام 1957 عدد صغير من العلماء، من ضمنهم والدي فريمان ج. دايسون Freeman J. Dyson وبرئاسة تيودور ب. تايلور Theodore B. Taylor ليشرعوا في محاولة جادّة لصنع سفينة فضائيَّة تنطلق من الأَرض وتعبر الفضاء الخارجي مارَّة فيما بين الكواكب السيارة وتعمل بقوة دفع من القذائف النووية. وقد اعتمدت في صياغة هذه القصة علىٰ روايات متفرِّقة قصّها عليّ والدي في ذلك الحين.

كانت مركبة أوريون الفضائيَّة الأخت غير الشقيقة لكل من المركبة الفضائيَّة سبوتنيك وسيارة شيفروليه طراز بيل أير. عندما انضم والدي إِلىٰ فريق العمل لمشروع أوريون كان يقتني سيارة فورد صنع عام 1949، وبعد سنة من مكوثه في مدينة لا جولا La Jolla بولاية كاليفورنيا وجد أن الوقت قد حان ليبدل سيارته. وقد جاء في رسالته الأسبوعية التي بعث بها إِلىٰ عائلته ما يلي: «وأخيراً أسلمت سيارتنا العزيزة روحها. ففي ليل الجمعة ركبنا السيارة وأخذناها في رحلتها الأخيرة إِلىٰ تاجر سيارات شهير في سان دييغو، حيث تفحّصنا عدداً لا بأس به من السيارات، وجرّبنا ثلاثاً منها، ثم اشترينا سيارة شيفروليه عمرها عامان، وذلك في السَّاعة التاسعة ليلاً». كانت من طراز بيل أير ولونها أبيض يزينه الأزرق المخضرّ، صنع عام 1957.

كانت مدينة لا جولا (الجوهرة) تعني الفردوس لطفل لم يتجاوز الخامسة من العمر قدم إِليها من ولاية نيوجيرسي، لا سيما وأن شركة جنرال أتوميك General Atomic المتعهد بتنفيذ هذا المشروع، قد قدَّمت لوالدي منزلاً فخماً يضم مسبحاً وتحيط به أَشجار الحمضيات وتظلِّله النباتات المعترشة ويطل علىٰ المحيط الهادئ حيث كنا نقف عند الغروب نتأمّل ونجيل نظرنا في هذا البحر علّنا نرى تلك الاندفاعة الخضراء للموجة. كانت أمواج البحر الشتائية تتكسَّر علىٰ الصخور القريبة من ويندانسي-Windansea حيث انتشرت وترسخت ثقافة رياضة ركوب الموج مثلما تجذَّرت قرب الشاطئ الأعشاب البحرية. كان ثيودور غيزل Theodore Geisel، الشهير بالدكتور سيوس Dr. Seuss، يأتي بين

وقت وآخر ليزورنا في منزلنا المدرسة المؤلَّف من ثلاث حجرات في لا جولا كوف La Jolla Cove. وكانت بعض الرخويات من حيوانات البحر كبيرة الحجم وتستطيع مقاومة العجل الحديدي ويمكن جمعها عندما ينحسر مد البحر. انضم والدي، ثم لحقت به شقيقتي كاترينا البالغة من العمر ثلاثة عشر عاماً، إِلىٰ نادي الطيران الشراعي في البلدة وكانا يقضيان أيام السبت يحاولان البقاء عالياً في طائرة شراعية تحملها رافعة فوق الصخور الشاهقة قرب توري باينز Torrey Pines. وفي تلك الأَثناء نشر جاك كيرواك Jack Kerouac كتابه بعنوان «علىٰ الطريق On the Road».

لم تكن الزعانف الذيليَّة التي تميّز سيارة الشيفروليه بعيدة الشبه عن مثيلاتها في الصاروخ البالستي عابر القارات طراز أطلس Atlas الذي قامت بصنعه، في معاملها الجديدة التي تبعد مسافة أربعة أميال عن شاطئ البحر والتي بلغت تكاليف إِنشائها 40 مليون دولار، شركة كونفير أسترونوتيكس Convair Astronautics التابعة للمجموعة الشمسية التي تنتمي إِليها جنرال أتوميك. وقد أَقامت شركة كونفير في شهر تموز/ يوليو عام 1958 معرضاً داخلياً قدَّمت خلاله شطائر «الهوت دوغ» مجاناً وعرضت رحلة كل ساعة لنموذج من هذه الصواريخ التي «تنطلق منها سحابة كثيفة من الدخان وتنهي رحلتها بومضة حمراء كبيرة تحاكي في مظهرها تفجير رأس حربي» كما وصفتها الصحيفة المحليَّة. لكن صاروخ أطلس الذي بلغ مداه 5000 ميل يحمل رؤوساً نووية حرارية تعادل في قوة تفجيرها مائة قنبلة من نوع القنبلة الذرِّيَّة التي أُلقيت علىٰ هيروشيما. وقد أقيم هذا المعرض احتفاءاً بصاروخ يحمل القنابل الهيدروجينية لإِلقائها علىٰ أهداف مدنية، في حين ظل مشروع أوريون مثقلاً بأعباء السرِّيَّة، وهو المقدَّر له أن يستخدم القنابل قوة دافعة لحمل المدنيين في رحلات إِلىٰ المريخ والمشتري وزحل، حتى أن أحداً لم يدرِ بوجوده حتى شهر تموز/ يوليو من عام 1958.

لا يزال القسم الأَعظم من سجلات مشروع أوريون مصنَّفة تحت عنوان

«سرّي ـ معلومات يحظر تداولها»، رغم أن معظم ما كان سرّاً في عام 1958 بات الآن معروفاً فيما خلا قليل من التفاصيل الفنِّيَّة المعينة. بيد أن أي خطر قد ينجم عن استعمال ما كتب عن هذا المشروع لأغراض تدميريَّة سوف يصغر أمام معرفة أن مشروع أوريون قد يكون مفيداً في نواحٍ لا نستطيع الآن أن ندركها أَو نتكهن بها، وبالتالي نستغني عن استخدام الطاقة النووية كسلاح حربي. ويبقى مشروع أوريون أَثراً بارزاً ومعلماً مضيئاً لأولئك الذين كانوا ذات يوم يؤمنون، ولا يزالون، بتحويل قوة هذه الأسلحة إِلىٰ شيء مفيد.

كان جميع أولئك الأشخاص الذين زرتهم مرة أَو أكثر لجمع المعلومات الواردة في هذه القصة يعتقدون أنّهم قد أَسهموا في تحقيق حلم كان رغم ذلك مهماً جداً في فشله. فالسنوات التي قضوها وهم يعملون في هذا المشروع كانت ممتعة جداً، بل أَكثر سني حياتهم متعة. فهل سيفعلون ذلك ثانية؟ أجل، بكل تأكيد. وهل يتعين علينا أن نفعل ذلك الآن؟ علىٰ الأرجح لا.

يقول برايان دَان Brian Dunne قائد مجموعة علماء التجارب في مشروع أوريون: «كان لدينا وقت حر في منتهى الروعة قبل أن يتساقط شيء من ذلك الغبار الذرِّي. بل كانت فترة تتسم بالجنون. وقد اهتزت كل قِيَمنا بسبب الحرب الباردة. وكان المجتمع مغلقاً، والفرصة مهيأة لبزوغ جميع الأفكار الغريبة».

1

سبوتنيك

بتاريخ الرابع من تشرين الأول/ أكتوبر من عام 1957 أطلق أول تابع صنعي للأَرض، وكان وزنه 184 رطلاً. لبث هذا التابع، سبوتنيك (1) Sputnik I، في مداره زهاء ثلاثة شهور يكمل دورته حول الأَرض في تسعين دقيقة. ثم تبعه في الثالث من تشرين الثاني/ نوفمبر من العام نفسه القمر الصناعي سبوتنيك (2) Sputnik II، وكان وزنه (متضمناً وزن الكلبة لايكا التي حملها) نحو 1120 رطلاً. أما ثالث تابع صنعي للأَرض فقد أُطلق في الحادي والثلاثين من شهر كانون الثاني/ يناير عام 1958، وقد حمله إِلىٰ مداره الصاروخ جوبيتر Jupiter-C الذي يزن 32 طناً، وكان من صنع شركة كرايزلر Chrysler Corporation يزن 31 رطلاً ويحمل اسم أكسبلورر (1) Explorer I.

تلك كانت نقطة البداية في السباق نحو الفضاء الخارجي. ففي واشنطن العاصمة خصَّصت وزارة الدفاع مكتباً صغيراً في (البنتاغون) لوكالة مشاريع البحوث المتطورة (آربا ARPA Advanced Research Projects Agency، كما كانت تدعى في ذلك الحين، أما الآن فتدعى DARPA) وعهدت إِليها بمهمَّة تنسيق الجهود الأَمريكية لمواكبة هذا السباق سواء علىٰ الصعيد المدني أَو العسكري، ولم تكن وكالة الفضاء الأَمريكية ناسا NASA قد تأسَّست بعد. واحتدم الصراع التنافسي بين الفروع الثلاثة في وزارة الدفاع، ادَّعت قيادة القوى

الجوية «إذا كان هذا الشيء **يطير**، فهو بالتأكيد في إدارتنا». وردّت البحرية بقولها «ولكنها تسمى **سفينة فضاء**» وأجاب الجيش «حسناً، لكن القمر أَرض عالية». وكان الجيش قد جنّد في صفوفه رائد علم الصواريخ فيرنر فون براون Wernher von Braun.

كان إطلاق القمر الصناعي سبوتنيك مفاجأة كبرى للجمهور الأَمريكي، ولم يكن كذلك للمؤسَّسة الفضائيَّة الأَمريكية، فقد كان العلماء الأَمريكيون علىٰ معرفة جيدة بالجهود السوفياتية في هذا المجال وبالبرامج الأَمريكية المتعدِّدة الخاصَّة بالفضاء بما في ذلك الصواريخ البالستية عابرة القارات أطلس Atlas وتايتان Titan وكذلك برامج الأقمار الصناعية أكسبلورر Explorer وفانغارد Vanguard ومشروع الصاروخ النووي روفر Rover الذي يجري تنفيذه في كل من لوس ألاموس Los Alamos وليفرمور Livermore، وكانوا يعرفون شيئاً حتى عن الخطط المعدَّة للهبوط علىٰ سطح القمر. وهذه جميعها كانت قيد الدراسة والبحث قبل أن يطلق السوفيات التابعين سبوتنيك (1) وسبوتنيك (2). لقد كانت المهمة الملقاة علىٰ وكالة مشاريع البحوث المتطورة (أربا ARPA) توحيد كل تلك المشاريع تحت مظلة واحدة والتمييز بين أهداف البحوث المدنية وأهدافها العسكرية ودراسة جميع البدائل حتى لو كانت بعيدة المنال، لا سيما وأن الجميع كانوا ينظرون إلىٰ كل ما هو نووي بحماس شديد، كما كانت تلك الفترة فترة خالية من أية قيود علىٰ التجارب الجوية للقنابل، وكان يجري تفجير قنابل تعادل عدة آلاف من نوع القنبلة التي أُلقيت علىٰ هيروشيما في السنة الواحدة.

من البدائل التي وضعتها وكالة مشاريع البحوث المتطوِّرة مشروع أَطلقت عليه اسم مشروع أوريون Project Orion الذي يمثِّل مركبة فضائيَّة تنطلق من الأَرض بقوة دفع من قنابل نووية وتسيح في الفضاء الخارجي قاطعة المسافات بين الكواكب السيَّارة. ومشروع أوريون هذا هو نِتاج فكرة اقترحها لأول مرة

لتكون مركبة فضائيَّة غير مأهولة عالِم الرياضيَّات الشهير ستانسلاف أولام Stanislaw Ulam وذلك بُعيد إِجراء تجربة تفجير القنبلة الذرِّيَّة Trinity في ألاموغوردو Alamogordo بولاية نيو مكسيكو في السادس عشر من شهر تموز/ يوليو عام 1945. وتلك هي طبيعة تفكير أولام الذي كان يشغله التأمّل في استخدام القنابل كقوة دفع للصواريخ في حين كان كل من حوله يفكِّر باستخدام الصواريخ لحمل وإِطلاق القنابل.

ولنتخيّل ما هو مشروع أوريون، دعنا نتصوَّر محرِّكاً ضخماً بأسطوانة واحدة ذات احتراق خارجي، مكبس واحد يتردَّد إِلىٰ الأمام والوراء داخل حجرة الاحتراق المفرغة، والمركبة نفسها التي تشبه بيضة الدجاجة من حيث الشكل ولكن بارتفاع يعادل ارتفاع مبنى مكوَّن من عشرين طبقة هي المكبس الذي تدعمه صفيحة تسمى الصفيحة الدافعة وتزن 1000 طن وتتصل بأرجل تعمل عمل ماص للصدمات. يبلغ تعداد الانفجارات الأولية مائتي انفجار تنطلق بفاصل زمني قدره نصف ثانية، وتعطي مردوداً إِجمالياً يعادل نحو 100000 طن من المادة المتفجِّرة TNT فتدفع المركبة من مستوى سطح البحر إِلىٰ ارتفاع 125000 قدم. كل دفعة من هذه الانفجارات تضيف 20 ميلاً بالساعة إِلىٰ سرعة المركبة، وهي قوة دفع تعادل سرعة سقوط المركبة من ارتفاع 15 قدماً. وإِذا أضيف إِلىٰ هذا كله ستمائة انفجار آخر يزداد المردود تدريجياً إِلىٰ 5 كيلوطن للواحد منها فتنطلق المركبة إِلىٰ مدار حول الأرض يبعد عنها مسافة 300 ميل. يقول تيد تايلور Ted Taylor، أحد زملاء أولام الأصغر سناً والذي أَسَّس لمشروع أوريون وهو الذي صمَّم أصغر وأَكبر القنابل الانشطارية في الذخيرة الأَمريكية والوحيد الذي تؤهله كفاءاته ليحلم أحلاماً ربما تكون كوابيس عند الغير، «كانت لي أَحلام كثيرة حول مشاهدة ذلك التحليق، أقصد التحليق الشاقولي. فالتحليق الأول لذلك الشيء وهو يكمل مهمته سيكون أروع منظر يشاهده الإِنسان علىٰ الإِطلاق».

إن أداء الصاروخ التقليدي مقيَّد بالسرعة التي تغذّيه بها الغازات المنطلقة من العادم، وهي بدورها مستمدَّة من الطاقة الموجودة في الوقود ومن فاعلية تحويل هذه الطاقة إلىٰ طاقة حركية عن طريق القوة الدافعة، كما هو مقيد بدرجة الحرارة التي عندها تبدأ حجرة الاحتراق والفوهات بالإنصهار أما في الصاروخ الكيميائي فإن سرعته القصوى البالغة 3 كم/ ثا (أي 6000 ميل بالساعة) محدودة بالسرعة التي بها تستطيع الطاقة المنطلقة من إعادة ترتيب الإلكترونات في التفاعل الكيماوي أن تجعل نواتج الاحتراق تتطاير. لذلك فالطريقة الوحيدة لدفع الصاروخ بسرعة أَكبر هي ترك جزء من الصاروخ والتخلِّي عنه عندما ينتقل إلىٰ المرحلة التالية. ولكي يصل الصاروخ إلىٰ المدار الأَدنى حول الأَرض (أي سرعة 7كم/ ثا) فإنه يحتاج إلىٰ ثلاث مراحل علىٰ أَقل تقدير لكن هذه السرعة تبعد المركبة عن الأَرض ولا تعيدها إليها. أما فيما يتعلّق بالحمولة النهائية للمركبة فإن كل مرحلة من هذه المراحل تضيف العامل (4) تقريباً إلىٰ الكتلة الأولية. فمثلاً يلزم لوضع مركبة تزن طناً واحداً في المدار الأدنى للأرض صاروخاً كيماوياً يزن نحو 16 طناً. أما الرحلة إلىٰ القمر والعودة إلىٰ الأَرض، وهذا يعني خمس مراحل، فسوف تحتاج إلىٰ ما يقرب من أَلف طن لكل طن من كتلة المركبة. ومن هنا نجد أن الرَّحلات إلىٰ كوكب المشتري أَو زحل أَو حتى المريخ أمر مستحيل إلاَّ إذا قام بمثل هذه الرحلات مسبار فضائي غير مأهول لا يعود إلىٰ الأَرض. إن استكشاف المجموعة الشمسية واستجلاء ما فيها وبمقياس زمني يتوافق مع ما يقوم به المغامرون الأَفراد يتطلب سرعات عالية تمكِّن المرء من الوصول إلىٰ أماكن تثير الاهتمام ووقوداً يكفي لرحلة العودة ومكابح جيدة الكفاءة لكي تتوقف.

غير أن مشروع أوريون يخرج عن هذه القيود والسَّبب في ذلك يعود لاستخدامه مبدأ الانشطار النووي الذي يطلق طاقة تعادل ملايين ضعف الطاقة الناتجة عن حرق الوقود الكيميائي، وكذلك لأن حرق الوقود بطريقة النبضات

غير المترابطة وعن بُعد يجنِّب المركبة درجات الحرارة العالية في داخلها. ففي الصاروخ الكيميائي يشكِّل الوقود الذي يسخن بسبب احتراقه الذاتي القوة الدافعة، أما الوقود الدفعي في مشروع أوريون المتميّز عن اليورانيوم والبلوتونيوم المستخدمين وقوداً فيمكن أن يكون أية مادة خاملة رخيصة الثمن توضع بين القنبلة والصفيحة الدافعة، وقد تكون خفيفة الوزن مثل البولي إيثلين Polyethylene أَو ثقيلة الوزن مثل التنغستن tungsten، وفي الرحلات البعيدة يمكن أن تتضمن أيضاً الفضلات من داخل السفينة إِضافة إِلىٰ الجليد أَو الميتان المتجمّد أَو غيرها من المواد التي يمكن الحصول عليها من سطح المريخ أَو من الحلقات المحيطة بزحل أَو من أي مكان آخر يمكن أن تتوقف فيه المركبة أثناء رحلتها.

يتبخَّر الوقود الدفعي بفعل القنبلة ليصبح بلازما plasma أي مادة عالية التأين علىٰ هيئة نفاث. وخلافاً لما يحصل في الصاروخ الذي يعمل علىٰ إِبعاد الوقود الدفعي عن المركبة، فإِن مبدأ العمل في أوريون يتمثَّل بإِبعاد المركبة عن الوقود الدفعي، وذلك من خلال قذف هذا الوقود بحركة بطيئة وإِشعال القنبلة ومن ثَمّ الارتداد المفاجيء للوقود الدفعي سريع الحركة بعيداً عن قاعدة المركبة، فيرتطم الحطام الناجم عن القنبلة بالصفيحة الدافعة بسرعة تعادل علىٰ وجه التقريب مائة ضعف سرعة عادم الصاروخ فينتج عن ذلك حرارة عالية جداً لا تستطيع احتمالها فوهات الصاروخ مهما كانت المادة المصنوعة منها. ثم تركد هذه البلازما علىٰ لوح الصفيحة الدافعة لفترة زمنية قصيرة جداً لا تزيد عن جزء من ثلاثة آلاف جزء من الثانية وبدرجة حرارة تبلغ 120000 درجة. وهي مدة زمنية قصيرة جداً لا تتيح للحرارة أن تخترق الصفيحة الدافعة، لذلك تستطيع المركبة أن تتحمّل هذه السلسلة من النبضات، مثلما يحصل لإِنسان يحاول أن يركض مسرعاً وهو حافي القدمين علىٰ أرض مفروشة بجمر يحترق دون أن يصيبه أذى الاحتراق. يبلغ إِجمالي زمن هذا التفاعل بين البلازما

المتأينة وصفيحة الدفع أَقل من ثانية واحدة، حتى لو كانت المركبة تسير في مهمة طموحة عبر مختلف الكواكب السيارة، حيث يتطلب الأَمر سلسلة من التفجيرات تصل عدة آلاف. فالحرارة العالية تبقى معزولة عن المركبة الفضائيَّة بكل سلامة وأمان من حيث الزمن والمسافة علىٰ حد سواء.

إِن الميزة التي جعلت مشروع أوريون مقبولاً عند وكالة مشاريع البحوث المتطورة عام 1958 ولدى قيادة القوى الجوية لمدة سبعة أعوام ولفترة قصيرة لدى وكالة الفضاء الأَمريكية ناسا NASA هي قوة الدفع النوعي لوحدة الوقود الصاروخي specific impulse، وهذه مواصفة قياسية تستخدم لمقارنة أداء مختلف أشكال الوقود الدفعي في الفضاء. وتعرّف بأنها سرعة عادم الوقود الدفعي مقسومة علىٰ تسارع الجاذبية (g)، وتقاس بالثانية. ويمكن تصوّرها بأنّها المدة الزمنية التي يستطيع فيها رطل واحد من الوقود أن يولّد (علىٰ الأَرض) رطلاً واحداً من قوة الدفع. ومن هنا نجد أن أفضل الصواريخ الكيميائية تحقّق دفعاً نوعياً specific impulse مقداره 430 تقريباً، في حين تحقِّق الصواريخ التي تعمل بقوة المفاعل وباستخدام التكنولوجيا الحالية دفعاً نوعياً قدره 1000، ويختلف هذا الدفع النوعي باختلاف الجذر التربيعي لدرجة حرارة العادم، لذلك فإِن صاروخاً يعمل بالاحتراق الداخلي لا يمكن أن يحقّق دفعاً نوعياً أعلىٰ كثيراً من ذلك دون أن ينجم عن ذلك انصهار للمركبة.

غير أن محرك الاحتراق الخارجي للمركبة أوريون يخرج عن نطاق قيود درجات الحرارة هذه، ذلك أنه يطوِّر دفعاً نوعياً يصل حتى 2000 إِلىٰ 3000 في الجيل الأَول من المركبات، وحتى 4000 إِلىٰ 6000 في المركبات الأَكبر حجماً وباستخدام القنابل الموجودة حالياً. ومن المحتمل التوصّل إِلىٰ درجة من الضخامة أكبر من ذلك إِذا أمكن تطوير التكنولوجيا. والمعروف أن بعض التكنولوجيات الأُخرىٰ مثل تكنولوجيا الدفع الأيوني ion الكهرنووي أَو الكهرشمسي تتيح تحقيق دفع نوعي أعلىٰ من ذلك، ولكن عند قوة اندفاع

منخفضة جداً فقط. والصواريخ الكيميائية تعطينا قوة اندفاع عالية لكنها تحقِّق دفعاً نوعياً منخفضاً. ولا يوجد سوى مشروع أوريون ما يقدم لنا الاثنين معاً. وكلما كبرت المركبة يكون الدفع النوعي أعلى. وكما يقول مؤرخ علوم الفضاء سكوت لوثر Scott Lowther، تستطيع مركبة أوريون، حتى الجيل الأول منها، «أن تنطلق من وسط مدينة Jackass Flats وتذهب في رحلة إِلىٰ مدار الكوكب زحل وتعود إِلىٰ المدار الأدنى حول الأرض بمرحلة واحدة».

اتخذ مشروع أوريون سبيله إِلىٰ الحياة فيما بين عامي 1957 و1965 في شركة جنرال أتوميك General Atomic، وهي شركة تتبع شركة كبرى تدعى شركة جنرال داينامكس General Dynamics Corporation التي تأسَّست بغرض تطوير الاستخدامات السلمية للطاقة الذرِّيَّة، والمفترض أن يشتمل عملها علىٰ كل ما له علاقة بالطاقة الذرِّيَّة فيما عدا القنابل. أشرف علىٰ تأسيس شركة جنرال أتوميك عالم الفيزياء الشاب فردريك دي هوفمان Frederic de Hoffmann الذي انتقل إِلىٰ مجال الأعمال وأراد أن يستعيد تلك الروح المغامرة التي عرفها أثناء الحرب في موقع لوس ألاموس. وقد جذبت شركته هذه إِليها المواهب المبدعة في المجالين النظري والتجريبي، إِضافة إِلىٰ دعم كبير من رجال السياسة والصناعة والممولين الذين تحرَّقوا شوقاً لرؤية ما يمكن لهوفمان وزملائه أن يفعلوا بعد نجاح مشروع مانهاتن Manhattan Project وما تمخض عنه من قنابل هيدروجينية. كانت ثمة نافذة صغيرة جداً من الفرص فيما بين انطلاقة القمر الصناعي سبوتنيك والتزام الولايات المتحدة الأَمريكية بأن يكون الوصول إِلىٰ الفضاء الخارجي عبر استخدام الكيمياء وحدها. فكان هذا التوقيت وكانت شركة جنرال أتوميك، السبيل الوحيد لتوفير الفرصة لاقتراح خارج عن المألوف مثل مشروع أوريون ليخرج إِلىٰ حيِّز الوجود. وهل يوجد مكان آخر يذهب إِليه عالم فيزياء شاب لم يتجاوز الثانية والثلاثين من عمره للعمل في اليوم التالي لإِطلاق القمر سبوتنيك ولتداعب مخيلته أَحلام اليقظة حول عدد

القنابل اللازمة لوضع مركبة بحجم غواصة ذرِّيَّة في مدار حول الأَرض، ويقضي السنوات السبع التالية وهو يبذل الجهود الجبَّارة لتنفيذ هذه الفكرة مدعوماً من شركة جنرال داينامكس وهيئة الطاقة الذرِّيَّة وقيادة القوى الجوية وإِلىٰ حد ما من ناسا NASA؟

تمكَّن دي هوفمان وتايلور Taylor من الحصول علىٰ عقد دراسة بقيمة 5000 دولار وقّعاه مع هيئة الطاقة الذرِّيَّة ومكتبها في مدينة البوكيرك Albuquerque، فكان هذا العقد فرصة لهما للوصول إِلىٰ المعلومات السرِّيَّة اللازمة للعمل في أي شيء يمت بصلة إِلىٰ القنابل النووية. وبتاريخ الثالث من شهر تشرين الثاني/ نوفمبر عام 1957، أي في اليوم التالي لإِطلاق القمر سبوتنيك (2)، وعلىٰ متنه الكلبة لايكا Laika أصدرت شركة جنرال أتوميك كتاباً من تأليف ت. ب. تايلور بعنوان «ملاحظة حول إِمكانية استخدام الدفع النووي في مركبة كبيرة الحجم جداً وبسرعة أكبر كثيراً من سرعة الانفلات من الجاذبية الأَرضيــة (Note on the Possibility of Nuclear Propulsion of a Very Vehicle at Greater than Earth Escape Velocities) وأطلق علىٰ هذا المشروع اسم مشروع أوريون، وليس لسبب معين، كما يقول تايلور، «لقد اخترنا الاسم من أسماء نعرفها في السماء»، في حين اقترح مارشال روزنبلوث Marshall Rosenbluth أن يكتب الاسم ويلفظ أوريان O'Ryan بغية إِبعاد أنظار الآخرين.

وبدأت تتوضح معالم خطة صنع المركبة أوريون مع بداية عام 1958. ففي تقريره الذي رفعه إِلىٰ وكالة مشاريع البحوث المتطورة ARPA في مطلع عام 1958 طرح تيد تايلور تصوراته حول صنع مركبة فضائيَّة تزن 4000 طن وتحمل نحواً من 2600 قنبلة وقادرة علىٰ نقل حمولة من الشحنات بوزن 1600 طن إِلىٰ مدار حول الأَرض. يقول الملازم الثاني رونالد بريتر Ronald Prater أحد المراقبين المتعاقدين مع وكالة مشاريع البحوث المتطورة بعد زيارة قام بها إِلىٰ شركة جنرال أتوميك في شهر تشرين الثاني/ نوفمبر عام 1958: «تشير تقديرات

الدكتور تايلور إلىٰ إمكانية إنجاز صنع مركبة كاملة التجهيز قبيل حلول العام 1963 ـ 1964 وأن تكاليفها تبلغ 500 مليون دولار. وتتراوح المهمات المقترحة لهذه المركبة ما بين «حمل رأس حربي هيدروجيني كبير جداً قادر علىٰ تدمير بلد يعادل في مساحته ثلث مساحة الولايات المتحدة» وحتى رحلة تجول فيها المركبة أنحاء المجموعة الشمسية، رأى فيها كبار علماء مشروع أوريون امتداداً لرحلة بيغل Beagle التي تحدث عنها داروين Darwin ويقصد بذلك رحلة علىٰ مدى أربعة أعوام تصل إلىٰ الأقمار التابعة لزحل بما في ذلك توقف لمدة عامين علىٰ كوكب المريخ. فقد أعلن هؤلاء العلماء: «الوصول إلىٰ زحل قبل حلول العام 1970». وإلىٰ هذا يضيف الجنرال توماس باور Gen. Thomas Power القائد العام للآمرية الجوية الاستراتيجية، قوله «من يسيطر علىٰ المركبة أوريون يسيطر علىٰ العالَم».

في مطلع ربيع عام 1958 بدأت شركة جنرال أتوميك الانتقال من مقرها المؤقت في شارع برنارد وسط مدينة سان دييغو إلىٰ منشأة واسعة مترامية الأطراف تبلغ مساحتها ثلاثمائة إيكر (فدان) [الايكر يساوي 4000 متر مربع تقريباً] تطل علىٰ شواطىء لاجولا La Jolla قرب بلدة توري باينز Torry Pines، أقيم في وسطها بناء دائري الشكل يبلغ قطره 135 قدماً وارتفاعه ارتفاع طابقين يضم مكتبة تحوي كتباً فنية. قطر هذا البناء يساوي القطر المقترح لمركبة أوريون ذات الأربعة آلاف طن. تتضمن هذه المكتبة ركناً خُصِّص لتناول الشاي والقهوة، وتعطي أساساً بالقياس المطلوب. قد يقف تيد تايلور ويشير بيده إلىٰ سيارة تسير في الشارع أو سيارة لنقل البضائع تعادل في حجمها حجم المركبات الفضائيّة الحالية، ويقول: «تلك واحدة من أجل النظر من ثقب المفتاح». ثم يلتفت ويشير بيده إلىٰ بناء المكتبة، ويقول: «وتلك واحدة من أجل فتح الباب».

معظم المراجع الفنية لمشروع أوريون ظلَّت سرِّيَّة حتى يومنا هذا، حتى

عناوين الوثائق لا تزال مرضيَّة في معظمها، ولم يستثن من ذلك سوى الإشارة إلىٰ وجودها، مثال ذلك الإشارة إلىٰ التقرير الأصلي الذي تقدَّم به تيد تايلور ومارشال روزنبلوث حول إمكانية تحقيق مشروع أوريون الذي أشير إليه بالرقم GA-292 في مراسلات للقوى الجوية رفعت عنها السريَّة، وفيما عدا ما ذكره مؤرخو القوى الجوية الذين قالوا «إنه يتضمن كافة المزايا التشغيلية العملية اللازمة لمركبة فضاء كبيرة جداً. . . أرسل بشأنها تقرير إلىٰ وكالة مشاريع البحوث المتطورة ARPA وإلىٰ قيادة مركز الأسلحة الخاصة التابع للقوى الجوية AFSWC في مطلع عام 1958». غير أن بعض الأسباب الموجبة لهذه السرية باتت الآن غير ذات جدوى مثل قدرة المركبة أوريون لتكون منصة فضائية استراتيجية لإطلاق الأسلحة. لكن بعض الأسباب الأُخرىٰ، وبخاصة تفاصيل صنع نسخ مصغرة لمتفجرات نووية موجهة بالطاقة وباستخدام مقادير صغيرة جداً من البلوتونيوم فلا تزال حتى يومنا هذا ذات أهمية خاصة كما كانت دوماً.



إطار العنوان لفيلم يصور تجربة النموذج الطائر قُدِّم إلىٰ راعي المشروع وكالة مشاريع البحوث المتطورة/ القوى الجوية في عام 1959.

كان بمقدور تايلور أن يدعم هيئة الموظفين العاملين بصفة دائمة في شركة جنرال أتوميك بمستشارين من الخارج يحملون ترخيصاً حديثاً يدعى الترخيص (Q) الذي يعد المستوى الأمني الخاص الممنوح من هيئة الطاقة الذرِّيَّة بموجب قانون الطاقة الذرِّيَّة لعام 1954. وكان أحد هؤلاء المستشارين والدي فريمان ج. دايسون Freeman J. Dyson القادم من معهد الدراسات المتقدمة التابع لجامعة برنستون في ولاية نيوجيرسي. كان والدي يتغيب عن عمله في المعهد بشكل دوري ليذهب إِلىٰ شركة جنرال أتوميك دون أن يدل بأدنى إِشارة إِلىٰ طبيعة عمله في هذه الشركة، رغم أن التخمين لم يكن مستحيلاً.

يقول والدي في رسالة وجَّهها إِلىٰ أبويه المقيمين في إِنكلترا في أول يوم من أيام عام 1958 وهو في رحلته بالطائرة من نيويورك إِلىٰ سان دييغو لقضاء أول عشرة أيام له بالعمل في مشروع أوريون إِلىٰ جانب تيد: «ليس لدي شيء جديد أقوله بخصوص قمري سبوتنيك سوى أنني أشعر بالغبطة والسرور. يبدو واضحاً كل الوضوح أن الحكومة السوفياتية لا تنوي إِلقاء القنابل علىٰ أحد ولا تنوي أيضاً أن تهيمن علىٰ الكرة الأَرضية من خلال هذا النمو السريع للصناعة والعلوم. لكن هذا الوضع سوف يحث الأَمريكيين علىٰ القيام بالكثير من المشاريع الكبرى، ولسوف يظهرون بمظهر البخيل الشحيح إِن هم لم يفعلوا ذلك. ولا شك أن استعمار القمر والكواكب سيكون واحداً منها. وبالتالي فإِني أتوقع أن يكون لي دور فيها».

ومع حلول فصل الربيع صار فريمان يقضي أوقاتاً أَكثر فأَكثر علىٰ الساحل الغربي. فقد جاء في رسالة كتبها بتاريخ 27 نيسان/ أبريل من فندق ديل شارو Hotel Del Charro القريب من الشاطىء عند سواحل لاجولا La Jolla: «أجدني الآن وسط مجموعة من الأَفراد لا يزيد تعدادنا عن اثني عشر وجميعنا دون الأربعين من العمر نخطِّط لمشروع سوف ينمو ويكبر ليغدو بأبعاد ضخمة جداً. لا بد أن المشاعر التي نحس بها الآن والجو المحيط بنا شبيهان إِلىٰ حد كبير

بمشروع القنبلة الذرِّيَّة في أوائل عهدها، قبل أن يفكروا باختيار موقع لوس ألاموس وحين كان اوبنهايمر Oppenheimer وتيللر Teller وعدد قليل جداً من الآخرين يتحسَّسون سبيلهم في تلك المسألة ويضعون الأَفكار الأساسية لكل ما جاء بعد ذلك. إنه جو وإِحساس لهما سمات وخصائص ذلك الزمن المبكر الخالي من أي إِحساس بالضغط والإِلحاح. كان كل شيء يوحي بالاسترخاء وانعدام الرسميات، ونحن أنفسنا نأخذ الأمور على محمل الجد ولا نجد في ذلك صعوبة. وفي السنوات القادمة عندما تكون مشاريع كبرى وإِمبراطوريات ضخمة قد انبثقت عن هذا العمل سوف تمسي هذه الفترة الأولى أسطورة ولن نستطيع حينذاك أن نميّز بين ذكرياتنا عن هذه الأيام والأَساطير التي سوف تروى عنا».

ثم يضيف إِلىٰ ذلك قوله: «إِن ما أقوله في رسالتي هذه ليس خرقاً لقوانين السرِّيَّة، ذلك أنني لم أقل شيئاً عما نفعله ومع ذلك فإِنني أطلب إِليكم ألاّ تذيعوا شيئاً مما أَقوله الآن، وألاّ تقولوا لأصدقائكم إِنني أقوم بأعمال غير عادية». في شهر أيار/ مايو عام 1958 حصل مشروع أوريون علىٰ الإِذن بالكشف عن طبيعة الأَعمال الخاصة به، ولكن بصورة غير علانية، ولغرض واحد فقط هو جلب الموظفين، حيث بات من الصعوبة بمكان توظيف أصحاب المواهب دون إِيضاح المبادئ والأهداف الأساسية للمشروع. وأخيراً وبتاريخ الثاني من تموز/ يوليو عام 1958 أعلن عن وجود المشروع، دون ذكر اسمه، من خلال نشرة صحفية لا يزيد حجمها عن صفحة واحدة صدرت في واشنطن العاصمة جاء فيها: «في هذا اليوم أعلن روي جونسون Roy W. Johnson، مدير وكالة مشاريع البحوث المتطورة أن قيادة البحوث والتطوير الجوي قد فُوّضت بالتوقيع علىٰ عقد لدراسة الجدوى الاقتصادية مع شركة جنرال أتوميك التابعة لشركة جنرال دايناميكس والكائنة في مدينة سان دييغو بولاية كاليفورنيا بخصوص التطوير المتوقع لمفهوم جديد لقوة الدافع باستخدام

التفجير النووي تحت السيطرة. . . وضمن الغلاف الجوي للأَرض وما وراءه، والالتزام الأولي لهذه الدراسة يقتضي إِنفاق نحو مليون دولار خلال السنة المالية 1959».

كنت آنذاك في الخامسة من عمري، وكان الفضاء الخارجي قريب المنال إنما بطريقة لا يفهمها إِلاَّ أطفال عاشوا مراحل إِطلاق القمر سبوتنيك. في صيف عام 1957 ذهبنا إِلىٰ مرصد ليك Lick الرابض علىٰ جبل هاملتون في ولاية كاليفورنيا، الذي يُعد آنذاك أقوى مرصد في العالَم لما يحويه من مرآة عاكسة يبلغ قطرها 26 بوصة. حملني والدي لأنظر إِلىٰ السماء عبر المنظار رأيت الكوكب زحل والحلقات المحيطة به يطغى علىٰ كل ما حوله من نجوم في تلك السماء شديدة الظلمة، كبيراً مثل طبق الحساء كما لو أنه القبة التي وقفنا تحتها سفينة فضاء حملتنا إِلىٰ نصف المسافة إِليه. وفي وقت لاحق من ذلك العام نظرنا إِلىٰ درب التبانة ورأينا قمري سبوتنيك يمران فوق رؤوسنا. في تلك السنة وتحت قبة السماء الشتائية في ولاية نيوجيرسي تعلمت كيف أميز النجوم والكواكب يرشدني في ذلك كتاب من تأليف H. A. Rey بعنوان Find the Constellations، ولهذا المؤلف كتاب آخر بعنوان Curious George. وقد ذكر والدي في رسالة بعث بها إِلىٰ جدي في شهر تشرين الأول/ أكتوبر عام 1957: «في هذه الليلة وعندما وصلت إِلىٰ البيت عائداً من عملي والظلام قد أرخى سدوله خاطبني جورج قائلاً: «لقد عدت لتوي من الخارج واستطعت أن أرى كوكب الزهرة Venus وكوكبة الجوزاء Orion». لم أكن بحاجة لأدقِّق فيما قال، فقد تفتحت عيناه علىٰ كافة الظواهر الطبيعية، وعلىٰ الطيور والفراشات والديدان والغيوم».

بدت الرحلات الفضائيَّة وشيكة الحدوث في ذلك العقد من الخمسينيَّات. وكما أشارت قيادة القوى الجوية وهي تجري مراجعة للمشروع: «بدا لنا أن استخدامات مشروع أوريون لا تحدها حدود كما الفضاء الخارجي

عينه». والأطفال الذين عانوا الحرمان في عقد الستينيّات جراء حرب فييتنام قضوا عقد الخمسينيَّات وهم يظنون أننا سوف نستعمر الفضاء الخارجي. وعندما تبين أن حكومة الولايات المتحدة تخطِّط لصنع سفينة فضاء تجوب الكواكب السيارة وتعمل بقوة دفع من القنابل، وأن والدي سوف يكون علىٰ متنها، كنت في عداد من لم يجدوا مفاجأة في ذلك. في هذا الصدد قالت زوجة والدي في شهر حزيران/ يونيو عام 1958 عندما سمحت هيئة الطاقة الذرِّيَّة ووزارة الدفاع لشركة جنرال أتوميك أن تذكر للصحافة شيئاً من هذا القبيل: «عندما أوصلت جورج إلىٰ المدرسة بالسيارة ذلك الصباح كان شديد الحماس وسألني علىٰ الفور إلىٰ أي كوكب سوف ترسلون السفينة واستفسر عن احتمال وجود مقعد صغير إلىٰ جانبك لتصحبه معك».

وعندما عاد والدي إلىٰ البيت، كان في جعبتي الكثير الكثير من الأسئلة أطرحها عليه. كم سيكون حجم السفينة؟ كيف ستبدو؟ كيف تعمل؟ إلىٰ أين أنت ذاهب وكم سيطول غيابك؟

فأجابني: «لا أستطيع أن أخبرك لكنك سوف تعرف الجواب في يوم من الأيام».

2

العالَم طليقاً

في روايته بعنوان «العالَم طليقاً» (The World Set Free) تنبأ هـ. ج. ويلز H. G. Wells أن «هذه القنابل التي قدّمها العلم للعالم في تلك الليلة كانت غريبة حتى عن أولئك الرجال الذين استخدموها». وكانت هذه النبوءة قد أطلقت في الأيام الأولى لاندلاع الحرب العالَمية الأولى. فقد تصوَّر ويلز مستقبلاً أدخلت فيه الطاقة الذرِّيَّة تحولات كبيرة، لكنه كان يخشى بأن غياب التحولات اللازمة في الطبيعة البشرية سوف يؤدي إلىٰ «الحرب الأخيرة» ـ تلك الحرب التي ما زلنا حتى يومنا هذا نشير إليها بالحرب العالَمية الثالثة. وفي الوقت نفسه نأمل بأننا قد تفادينا وقوعها. ثم يمضي ويلز قائلاً وموضحاً: «وكانت القنابل في وسط أوروبا هي ذاتها مع فارق بسيط هو أنها كانت أكبر حجماً. لا شيء يمكن أن يكون أكثر وضوحاً للناس في مطلع القرن العشرين من تلك السرعة التي بها باتت الحرب مستحيلة. لكنهم بالتأكيد لم يروا ذلك، حتى تفجرت القنابل الذرِّيَّة بين أيديهم المرتعشة. . . . قبل أن تبدأ الحرب الماضية كان معروفاً لدى الجميع أن الرجل الواحد يستطيع أن يحمل في حقيبة يده مقداراً من الطاقة الكامنة يكفي لتدمير نصف مدينة تدميراً كاملاً. . . ومع ذلك ظل العالَم «مخدوعاً» حسب قول الأَمريكيين، بأدوات ومعدات الحرب وادعاءاتها».

لم يكن الانشطار النووي معروفاً عام 1914، لكن القنابل الذرِّيَّة التي

تحدَّث عنها ويلز وقال إنها تطلق طاقة عرفت بالوقود الخاص بالشمس كانت أقرب ما تكون إلىٰ الاندماج النووي (الهيدروجين) منها إلىٰ الانشطار النووي (اليورانيوم أو البلوتونيوم). كان ممكناً تصور مركبة أوريون تستخدم قنابل انشطارية صغيرة ولكن تقليدية. وقد تحدَّث فريمان بشكل غير رسمي قبل أن يترك جنرال أتوميك في شهر أيلول/ سبتمبر عام 1959 مستكشفاً آفاق مركبة أوريون وضرب مثلاً لذلك سفينة فضائيَّة تنطلق نحو النجوم مستمدة وقودها من القنبلة الهيدروجينية وتحمل علىٰ متنها «عدة آلاف من الأشخاص وتصل بهم إلىٰ كوكبة النجوم المتألقة ألفا سنتوري Alpha Centauri التي تبعد عنا نحو أربع سنين ضوئية في مدى 150 عاماً». لكن المشكلة التي تعترضنا هي أنها تحتاج إلىٰ 25 مليون قنبلة هيدروجينية لتصل إلىٰ منتهى هدفها، وإلىٰ 25 مليون قنبلة أُخرىٰ إذا أرادت أن تتوقف.

لكن أحلام مشروع أوريون لجهة نقل الركاب والحمولات عبر المنظومة الشمسية علىٰ نطاق واسع قد شجعتها توقعات بأن تصبح القنابل الصغيرة الخالية من الانشطار أو ذات المستوى الأدنى من الانشطار متوفرة في الوقت الذي فيه تبدأ بالتحليق أساطيل من المركبات الفضائيَّة بدفع من القنابل. ومع أن القنابل الاندماجية الهيدروجينية الصغيرة لم تتحقَّق إلاَّ أن نشأة وتطوّر مركبة الفضاء أوريون لهما صلة وثيقة بنشأة وتطور القنبلة الهيدروجينية. وقد عرف مبدأ الاندماج النووي في عام 1956. في أوائل فصل الربيع ذلك العام كنت ووالدي في طريقنا إلىٰ البيت عند عودته من مكتبه في معهد الدراسات المتقدمة بجامعة برنستون في نيوجيرسي عندما وجدت «قشاط» مروحة ملقى علىٰ قارعة الطريق، سألته ما هو هذا الشيء، فأجابني «إنه قطعة من الشمس».

لم تدهشني رؤية والدي لهذه القطعة بأنها سقطت من نجم قريب إلىٰ الأرض وليست قطعة من سيارة. فقد جاء إلىٰ أمريكا عام 1947 ليتلقى علومه علىٰ يدي هانز بيثه Hans Bethe الذي قدَّم في عام 1938 شرحاً وافياً لدورة

الكربون في الكون التي تنتج الطاقة من خلال اندماج الهيدروجين والهيليوم داخل النجوم. وأما التفاعلات الأُخرىٰ داخل النجوم الأكبر عمراً فتنتج عناصر أكثر ثقلاً تسبِّب كلية وجودنا المادي في هذا الكون، ابتداءاً من نواة الكرة الأَرضية المكونة من الحديد، وحتى «قشاط» المروحة الملقى علىٰ قارعة الطريق في نيوجيرسي. وقد قال هانز بيثه وهو يتلقى جائزة نوبل: «للنجوم دورة حياة كما الحيوانات، فهي تولد وتكبر وتمر بأدوار تطور داخلي محدَّد وأخيراً تموت فتعطي بموتها المادة التي تتكون منها لتعيش نجوم أُخرىٰ».

يقول ستان أولام Stan Ulam موضحاً: «عندما نشرت بحوث بيثه Bethe الأساسية حول التفاعلات النووية في دورة الكربون عام 1939، لم يكن أحد يتصور أَو يظن أن تفاعلات مثل هذه سوف تحصل علىٰ الأَرض خلال سنين معدودة». فقد كان العلماء يعرفون قبل ثلاث سنين من تفجير أول قنبلة انشطارية علىٰ أقل تقدير أن هذا التفاعل سوف يعطي في لحظة واحدة ضغطاً ودرجات حرارة أعلىٰ كثيراً من تلك التي تحدث في باطن الشمس. ولو أخضع وقود نووي مناسب لمثل هذا الضغط ودرجة الحرارة فإن شمساً صغيرة جداً سوف تولد وفي اللحظة التالية مباشرة سوف تنفجر شذراً وذلك لعدم وجود تلك الجاذبية التي تبقي الشمس متماسكة. غير أن شطر النويات في العناصر الثقيلة مثل اليورانيوم (القنبلة التي ألقيت علىٰ هيروشيما) أَو البلوتونيوم (قنبلة ناكازاكي) يطلق طاقة عظيمة جداً، أما دمج النويات في العناصر الخفيفة مثل الهيدروجين أَو الهيليوم فيطلق طاقة تبلغ آلاف أضعاف هذه الطاقة. ولهذا فإن موسكو وواشنطن علىٰ حد سواء تخشيان أن تكونا الهدف التالي في القائمة.

لمثل هذه القنبلة النووية الحرارية، أَو «الهيدروجينية»، القدرة علىٰ أن تحرق عنصر الديوتيريوم، النظير المستقر للهيدروجين سهل فصله، ويشكِّل أرخص وقود علىٰ سطح الأَرض. وقد ظلَّت الكلفة الحقيقية للديوتيريوم، أَو الهيدروجين الثقيل، سرِّيَّة حتى عام 1955. وقد جاء في ملاحظات سجلها

فريمان عام 1960: «تشير الخاصية الأساسية الداخلة في صناعة جميع أنواع الأسلحة الحالية إلىٰ أن صنع الانفجار الكبير يعد أرخص نسبياً من صنع الانفجار الصغير». كما تشير التقديرات في عام 1950 أن كلفة إِضافة ما يساوي كيلوطن من الهيدروجين الثقيل، أَو الديوتيريوم، إِلىٰ القنبلة الهيدروجينية تعادل 60 سنتاً تقريباً.

غير أن الجدل العام حول قرار الرئيس ترومان Truman بتسريع تطوير القنبلة الهيدروجينية خلافاً لتوصية ج. روبرت أوبنهايمر بصفته رئيس اللجنة الاستشارية العامة لهيئة الطاقة الذرِّيَّة قد طغى وهيمن علىٰ بدايات هذه الأحداث. فقد عقدت أول سلسلة من اللقاءات لمناقشة آفاق استخدامات التفجير الاندماجي في مكتب أوبنهايمر في بيركلي في أوائل صيف عام 1942. ويستذكر إِدوارد تيللر Edward Teller تلك المناقشات فيقول: «لم نكن مقيدين بالأحوال المعروفة عن نجم معين، بل كنا أحراراً ضمن حدود معينة لنختار شروطنا الخاصة. وقد شرعنا في مناقشة أمور تتعلّق بالهندسة الفيزيائية الفلكية. ومع حلول منتصف صيف عام 1942 كنا جميعاً علىٰ قناعة بأن هذا العمل يمكن إِنجازه وبأن تحقيقه سيكون سهلاً نسبياً. . . . وأن القنبلة الذرِّيَّة يمكن أن تستخدم بسهولة عتبة نحو الانفجار النووي الحراري، وهذا ما دعوناه القنبلة «الكبرى» Super».

وشرعت مجموعة صغيرة من علماء الفيزياء برئاسة تيللر Teller بالعمل الجاد أثناء مشروع مانهاتن لإِنجاز هذه القنبلة الكبرى Super. وطبقاً لما قاله كارسون مارك Carson Mark الذي خلف هانز بيثه في منصبه مديراً لقسم الفيزياء النظرية في لوس ألاموس فإِن نصف جهود هذا القسم قد تكرَّست للقنبلة الكبرى فيما بين العامين 1946 و1949. غير أن أعضاء اللجنة الاستشارية العامة جميعاً قد أعربوا عن معارضتهم لمتابعة تطويرها. كانت هذه اللجنة آنذاك تضم في عضويتها إِلىٰ جانب أوبنهايمر كلاً من أنريكو فيرمي Enrico Fermi وإِيزودور

رابي Isodore Rabi وجيمس كونانت James Conant، حيث بنت اللجنة معارضتها على استنتاجها في 30 تشرين الأول/ أكتوبر عام 1949 بأن «استخدام هذه القنبلة يتضمن قراراً بذبح أعداد هائلة من المدنيين. ونحن في تقريرنا بعدم المضي في تطوير القنبلة الكبرى نرى فرصة فريدة نقدِّم من خلالها مثالاً لوضع حدود للحروب بمجموعها وبالتالي وضع حد للخوف وإِفساح المجال لاستنهاض آمال البشر».

وعندما تحقَّق التقدّم التقني الحاسم المعروف باسم «اختراع تيللر وأولام» في أوائل عام 1951 عقد أول اجتماع لدراسة تداعياته وما يتضمنه في مكتب اوبنهايمر في برنستون وحضره كل من تيللر وبيثه Bethe. شغل أوبنهايمر منصب مدير معهد الدراسات المتقدمة من عام 1947 وحتى عام 1966، وفي عهد ولايته في لوس ألاموس، كما في عهد إِدارته لهذا المعهد تكونت بدايات القنبلة الهيدروجينية. ومن سخرية الأقدار أن يجد أوبنهايمر نفسه وقد تشوهت سمعته وذمّه الكثيرون بسبب معارضته لانتشار القنبلة الهيدروجينية بعد أن رعى بكل نشاط واقتدار الظروف التي أفضت لتصميمها. وقد اعترف أوبنهايمر أثناء جلسات استماع أمنية عُقدت عام 1954 أن الاختراع الذي أبدعه تيللر وأولام كان جيداً لا تمكن مقاومته لأنه كان «من الناحية التقنية عذباً جداً».

يقع معهد الدراسات المتقدمة في مدينة برنستون بولاية نيوجيرسي، وليس جامعة برنستون، ويشغل مساحة تقدَّر بثمانمائة إِيكر تحتل الغابات قسماً منها كانت تعرف حتى عام 1933 بمزرعة Olden Farm، اشتهر هذا المعهد بأنه المكان الذي قضى فيه ألبرت آينشتاين السنوات الأخيرة من عمره، ولم يحظَ بمثل هذه الشهرة بأنّه المكان الذي فيه تم تطوير تكنولوجيا الحواسب الرقمية والقنبلة الهيدروجينية. ولم يكن ذلك محض مصادفة، إِذ كان المعهد أيضاً موطن جون فون نيومان John von Neumann الذي استطاع في شهر تشرين الثاني/ نوفمبر عام 1945 أن يقنع مجلس أمناء المعهد بأن يخرجوا عن قاعدتهم

المألوفة بدعم العلوم البحتة ويسمحوا له بصنع ما أصبح يعرف بالنسخة الأولى والأساسية للكومبيوتر الرقمي الحديث الذي يحوي بداخله ذاكرة عالية السرعة ذات 5000 بايت والذي منه تطورت مبادئ وأُسس أنظمة التشغيل وبدايات صناعة برمجيات الكومبيوتر. وقد عمل فون نيومان في عامي 1950 و1951 وحتى قبل أن توضع هذه الآلة موضع التشغيل التام ولمدة ستين يوماً متواصلاً في سلسلة من الحسابات انتهت مباشرة إلىٰ أول قنبلة نووية حرارية.

وفي بناء من الآجر لا يلفت الأنظار تدفع هيئة الطاقة الذرِّيَّة بدل إِيجاره ويقع علىٰ حافة الغابة التابعة للمعهد، ويفصل طريق Olden Lane بينه وبين المكان الذي أصبح فيما بعد مكتباً لوالدي في البناء رقم E انطلقت إلىٰ الحياة ذاكرة وصول عشوائي سريع تصل حتى 40960 بت bit. ولم تكن هذه الانطلاقة ذلك الشيء السطحي لما صار فيما بعد أجهزة الكومبيوتر المزودة بمؤشرات ضوئية تشخيصيَّة. وما كان يسميه فون نيومان عضو الذاكرة في الكومبيوتر الذي طوّره في المعهد كان يتألَّف من 40 صماماً لأشعة المهبط تُعرف باسم «صمامات ويليامز Williams tubes» كل واحد منها باستطاعة تخزين قدرها 1024 بت bit من البيانات والتعليمات مرتبة في مصفوفة 32 × 32 من البقع المشحونة التي يمكن قراءة وكتابة وضعها وتجدد دورياً بواسطة شعاع من الإِلكترونات يقوم بمسح سطحها الفوسفوري. كانت تلك الأنماط المتغيرة بمعدل 100000 مرة بالثانية هي الذاكرة. وهي تختلف كلياً عن صمامات أشعة المهبط التي ظهرت في أجهزة الكومبيوتر المنتجة فيما بعد والتي تعرض محتويات الذاكرة الموضوعة في مكان آخر. عندما نفذت التجارب الأولى لهذه الذواكر يمكن القول إِن الثورة الرقمية قد ابتدأت، لكن القنبلة الكبرى Super التي عمل عليها تيللر وببدايات تبشِّر بالنجاح قد أخفقت.

يقول أوبنهايمر في حديث أدلى به عام 1949 إِن القنبلة الكبرى «برهان فريد ضد أي شكل من أشكال الطريقة أَو النهج التجريبي». كيف تبدأ بصنع

قنبلة هيدروجينية إن كنت لا تدري أن ذلك ممكن أم لا؟ أنت تبدأ بصنعها عددياً، نيوترون وراء نيوترون، وجزء من ألف مليون جزء من الثانية وراء جزء آخر، وذلك كله في ذاكرة الكومبيوتر أولاً. وقد طوَّر كل من أولام Ulam وفون نيومان Von Neumann ونيك متروبوليس Nick Metropolis طريقة عُرفت باسم «نهج مونت كارلو Monte Carlo Method» في التقريب الإحصائي حيث يتبع أسلوب انتقاء العينات العشوائية للأحداث التي بدون ذلك تكون عملية تفريع يصعب تتبعها من خلال سلسلة من الشرائح التمثيلية من الزمن، فتجيب بذلك عن سؤال لا يمكن حسابه بطريقة مختلفة حول ما إذا كان التشكيل المفترض سوف يؤدي إلىٰ النووي الحراري أم لا. ومع أن ذلك كله كان سرياً إلاّ أن الإلحاح لتطوير القنبلة الكبرى كان سبباً للتطوير الأولي للكومبيوتر الرقمي الذي خضع لتعديلات لاحقة علىٰ أيدي بعض الشركات مثل شركة IBM من أجل استخدامه في أغراض أُخرىٰ. يستذكر رالف سلوتز Ralph Slutz الذي عمل إلىٰ جانب فون نيومان في مشروع الكومبيوتر في معهد الدراسات المتقدمة «عدداً من العلماء الذين قدموا من لوس ألاموس» حينما كان جهاز الكومبيوتر في تجربة مؤقتة و«بيدهم برنامج كانوا يتوقون لتشغيله علىٰ هذه الآلة... وابتداءاً من منتصف الليل إذا سمحنا لهم بذلك».

وفي غضون ذلك يذكر أولام Ulam «عندما بدأت نتائج حسابات فون نيومان وإيفانز تخرج من تلك الآلة الإلكترونية في برنستون أكّدوا الشيء الذي أريناهم إياه. وبالرغم من ذلك «الانبهار» الأولي المبشر بآمال كبيرة، فقد أخذ الجميع يهدأون ويبرد حماسهم. ويأتي جوني كل بضعة أيام ببعض النتائج الجديدة، ويقول «بدأت تتشكَّل بعض الحبيبات الجليدية». وكانت تلك دلائل بأن القنبلة «الكبرى» الكلاسيكية قد وصلت إلىٰ طريق مسدود، مما حفَّز أولام Ulam لأن يُعمل تفكيره. وفي الحال طلع علينا بطريقة بديلة لتحقيق الاشتعال النووي الحراري الذي طوَّره إدوارد تيللر فكان مثبطاً لأولئك الذين انتابهم قلق بأن العدو قد شغل تفكيره إنتاج تصميمات مماثلة.

RADIOGRAMM

Erhalten - Reçu „VIA RADIOSUISSE" Befördert - Transmis

von - de: 03 VII 58 | Stunde - Heure: 20 13 | Name - Nom | nach - à | Stunde - Heure: 2020 | Name - Nom

4192
SANDIEGOCALIF LLB1037 18 3/7 943A VIA WUN
1 107
PIERRE NOYES CERN TÉLÉPHONÉ
HIGH ENERGY PHYSICAL
CONFERENCE GENEVA

SPACE SHIP PROJECT OFFICIALLY BEGUN JOB WAITING FOR YOU
DYSON

CERN -4.VIII 58 MAIL OFFICE

صورة برقية أرسلها فريمان دايسون إلىٰ بيير نويز في 3/7/1958

وكانت النتيجة أول قنبلة اندماجية بكل الصفات دُعيت باسم آيفي مايك Ivy Mike التي فجّرت في جزر Aniwetok Atoll في جنوب المحيط الهادي في الأول من تشرين الثاني/ نوفمبر عام 1952. كانت القنبلة «مايك» الهيدروجينية تتألّف من خزّان يحتوي 82 طناً من الديوتيريوم السائل المبرّد حتى درجة ـ 250 درجة K (كالفن) وتشعل تفجيرها قنبلة انشطارية TX-5 وتعطي قوة تفجير هائلة تعادل 10,4 ميغاطن، أي نحو 1000 قنبلة ذرّيّة من نوع تلك التي ألقيت علىٰ هيروشيما، فضلاً عن كرة نارية يبلغ قطرها ثلاثة أميال. وقد أزال هذا التفجير الذي كان وراء تصميمه تيللر وأولام جزيرة Elugelab من الوجود. وفي الحال صنفت الأجيال التالية من القنبلة «مايك» الهيدروجينية ذات الوقود الصلب ديوتيرايد الليثيوم بدرجة حرارة الغرفة علىٰ أنها ضمن ترسانة الأسلحة (لماذا يشتري المرء بقرة حلوباً إذا كان مسحوق الحليب متوفراً بسعر زهيد؟) وكان ذلك بمشيئة مركز الأسلحة الخاصة التابع للقوى الجوية Air Force (AFSWC)

Special Weapons Center ، حيث يمكن أن تحملها الطائرة القاذفة التقليدية وبالتالي يمكن حملها بصواريخ أطلس Atlas وتايتان Titan الموجودة في المصنع. وفي شهر تشرين الثاني/ نوفمبر من عام 1955 ألقى الاتحاد السوفياتي قنبلة هيدروجينية مستخدماً لهذا الغرض الطائرة القاذفة توبوليف Tupolev بقوة تفجير تساوي 1,6 ميغاطن. وابتدأ السباق لإنتاج الأسلحة الاستراتيجية المتمثِّلة بالقنبلة الهيدروجينية أو كما يصفونها بالانفجار النووي الحراري. ومع تزايد حجم الصواريخ وصغر حجم القنابل أخذ الجانبان يضغطان نحو صنع الصواريخ البالستية العابرة للقارات بحيث تكون أكثر عملية. ومن هنا بات الإرشاد غير الدقيق الذي يحد من فاعلية الصواريخ البالستية في مواجهة الأهداف العسكرية الأشد صلابة أقل إعاقة، ذلك أن نصف قطر دائرة الدمار قد ازداد. ذلك كان التهديد الذي تمثِّله الصواريخ البالستية الحاملة للقنبلة الهيدروجينية والذي أفضى إلىٰ إطلاق القمر سبوتنيك، وهذا ما حفز بدوره استجابة عالية الوتيرة. وفي هذا الإطار جاء تعليق أحد العلماء الروس عندما أطلق القمر الصناعي الروسي سبوتنيك (1)، حين قال: «يبرع الأمريكيون في تصميم زعانف ذيلية للسيارات أفضل مما نفعل، لكننا نصمِّم أفضل الصواريخ العابرة للقارات في العالَم».

كانت أحلام طفولتي في الخمسينيّات تدور حول الفضاء، لكن القنبلة الهيدروجينية شكَّلت لي آنذاك كابوساً مرعباً. اعتاد والدي في تلك الفترة أن يذهب في بعض الأحيان إلىٰ واشنطن لكنه يعود والخوف بادٍ علىٰ محياه، رغم أن أولئك الذين عملوا في تصميم وهندسة القنبلة الهيدروجينية من أمثال ستان أولام وهانز بيثه ومارشال روزنبلوث، وحتى إدوارد تيللر كانوا أناساً ظرفاء، لطفاء يحبهم المرء كما يحب الآخرين الذين لا يعرفون شيئاً عنها. غير أن بعضهم، من أمثال تيللر كانوا مدفوعين بأيديولوجيات خاصة، في حين كان آخرون يجدون في الشروط الناجمة عن انفجار نووي حراري أمراً لا يستطيعون

مقاومته. هكذا حال عالم الفيزياء. لكن فريمان، الذي كان يميل إِلىٰ اللاعنف في مطلع الحرب العالَمية الثانية، أخذ يقول لمحاوريه أثناء الجدال المحتدم حول حظر التجارب: «إِن أية دولة تتخلَّى من تلقاء نفسها عن تطوير الأَسلحة النووية دون أن تعلم علم اليقين أن عدوها قد فعل الشيء ذاته تضع نفسها في موقف مشابه لموقف الجيش البولوني في عام 1939 حين كان يتصدَّى للدبابات وليس لديه سوى الخيول». لم يكن فريمان مشاركاً في تطوير الأَسلحة النووية، ذلك أنه قضى سنوات الحرب يعمل في موضوعات نظرية في القيادة الخاصة بالطائرات القاذفة التابعة لسلاح الجو الملكي، حيث تعلّم ما يمكن أن يحقِّقه قصف القنابل وما لا يمكن أن يحقِّقه، وحيث تعلم أيضاً كيف يمكن لفكرة جديدة ـ مثل الرادار ـ أن تقلب موازين القوى. فقد جاء فيما كتبه عام 1958: «نحن مدينون بحياتنا عام 1940 لعدد صغير من الرجال الذين عملوا بجد ودأب في سبيل تطوير الأَسلحة في تلك السنين حين كان ذلك النوع من العمل محدوداً لا يجد من يشجعه».

وكان ثمة علماء فيزياء آخرون ساهموا في تطوير القنبلة الذرِّيَّة ورأوا أن القنبلة الهيدروجينية قد تجاوزت مداها وذهبت إِلىٰ أبعد مما هو مقبول. حيث نجد ليو زيلارد Leo Szilard، الذي كان أول من تحدث مع روزفلت عام 1939 وأبلغه باحتمالات إِنتاج الأَسلحة الذرِّيَّة، قد أوجز أفكاره تلك في كتاب وضعه بعد عشرين عاماً بعنوان «صوت الدلفين» (The Voice of the Dolphins) يتحدث فيه عن نزع السلاح وعن التواصل بين مختلف المخلوقات، حيث يرى أن الدلفين قد أحرز نجاحاً في مجال أخفق فيه علماء الفيزياء. كان أوبنهايمر جارنا في برنستون وكانت لديه عادة التحرّك بصمت يشبه إِلىٰ حد بعيد صمت الأشباح ولم يكن ذلك الصمت سوى معنويات محطمة وليس «شبح الموت الذي يدمِّر العوالم». وعندما دعي فريمان للانضمام إِلىٰ تيد تايلور في شركة جنرال أتوميك، ذهب إِلىٰ أوبنهايمر يطلب إِليه منحه إِجازة من العمل لمدة عام واحد.

يصف فريمان تلك الزيارة بقوله: «لقد كان متعاطفاً معي، وقال إِنه يشعر بحنين معين لتلك الأيام من عام 1942».

ولكن بالرغم من ظهور حجج بين وقت وآخر لصالح الاستخدام الأول للأَسلحة النووية، إِلاَّ أن لوس ألاموس وهيروشيما وناكازاكي قد أفرزت نشوء جيل من اختصاصيـي الأَسلحة المحبين للسلام. وقد كان عدد كبير من الذين عملوا في مجال الأَسلحة النووية الحرارية الكبرى يشعرون بخوف أكبر من الأَسلحة النووية التكتيكية الأصغر حجماً لا سيما وأن هذه الأَسلحة بما فيها من قوة محدودة تغري إِغراءاً مخادعاً ويبدو استخدامها أكثر احتمالاً. ومع ذلك بقيت التفاصيل الخاصة بطريقة صنع القنابل صغيرة الحجم التي يفترض لها أن تشكِّل قوة الدفع في مشروع أوريون محاطة بسريَّة بالغة في حين كانت التصاميم الخاصة بالقنابل كبيرة الحجم معروفة علىٰ نطاق أوسع. هذا وقد أفضت الدراسات التي أجريت خلف أبواب مغلقة في RAND إِلىٰ نتيجة واحدة تقول إِنه لا يوجد شيء اسمه حرب نووية «محدودة». ولكن إِلىٰ جانب ذلك المنطق الضعيف الذي عليه يعتمد مبدأ «التدمير الأكيد المتبادل» يوجد أمل بأن شعوراً إِنسانياً عاماً يعم الجميع قد يتولد عن ذلك الجنون. وكما يقول تيد موضحاً، حالما تفتح صندوق باندورا Pandora يتحتم عليك المتابعة والاستمرار، لا تغلقه، لأن «الأمل» يكون آخر ما يخرج منه. قد تكون الأَسلحة النووية الحرارية نذيراً باندلاع حرب أرماغدون Armageddon، إِلاَّ أنها كانت كما تأمل مخترعوها سبباً في الحيلولة دون وقوع «الحرب الأخيرة» التي تنبأ بها هـ. ج. ويلز H. G. Wells عام 1914.

وهكذا كان الخوف أملنا الوحيد. إِذ بينما كنا نحشد الترسانات الضخمة من الأَسلحة النووية الاستراتيجية والتكتيكية ونبتكر من أجلها صاعقاً شعرياً يسبِّب انطلاقتها بأقل ضغط وتبدو لنا بأنها تدفعنا للاستفادة من أخطارها حتى أبعد الحدود، ظهرت أمامنا القنبلة الهيدروجينية. وفي الوقت الذي كانت فيه

للأَسلحة ذات مجالات تقاس بالكيلوطن تطبيقات مقبولة في أهداف عسكرية ظهرت أَسلحة تقاس استطاعاتها بالميغاطن تفيد في تدمير واسع وشامل للتجمعات السكانية. وقد فسَّر بعضهم الحرائق التي سببتها القنابل التقليدية إبان الحرب العالَمية الثانية لمدينتي هامبورغ ودريزدن بأنها أعمال حصلت اتفاقاً وتصادفاً وإن كانت حوادث كارثية، إذ لا أحد يتفهم جيداً أحوال الأرصاد الجوية والوقود المطلوب التي بمجموعها تسبِّب تشكّل العواصف والحرائق الناجمة عنها. لكن الأَسلحة الهيدروجينية، أَو النووية الحرارية كما توصف تفاعلاتها، قد تؤدي إلىٰ مثل هذه النتائج وبصورة موثوقة في كل مرة تستعمل فيها. عندما أجرى الاتحاد السوفياتي تفجيراً لقنبلة ذات ثلاث مراحل وبقوة 60 ميغاطن بتاريخ 30 تشرين الأول/ أكتوبر عام 1961، كانت التقديرات أن دفق الطاقة للحظة واحدة يتجاوز الإنتاج الكلي للشمس من الطاقة بمقدار 1٪. إلىٰ هنا ويكفي! والحقيقة الناصعة هي أن هذه القدرة علىٰ إنتاج حرارة عالية جداً تصل حتى مائة مليون درجة، أَو أكثر، هي السبب وراء بقاء الحرب الباردة باردة.

كان نشوء وتطوّر مشروع أوريون مرتبطاً ارتباطاً وثيقاً من الناحيتين السياسية والفنِّيَّة بتطوير القنبلة الهيدروجينية. فالقنابل النووية الحرارية ذات المرحلتين من الناحية العملية تتطلب تفجيراً انشطارياً أولياً صغيراً يكون بمثابة الصاعق الذي يقدح زناد التفجيرات النووية الحرارية، ويفضي بدوره إلىٰ نهضة في وضع تصاميم للأَسلحة المعتمدة علىٰ الانشطار. وعوضاً عن مجرد تفجير سلاح في الترسانة وبالتالي قياس مردودها، أخذ صنّاع الأَسلحة يدرسون كيفية إدارة وتوجيه طاقة الانفجار الانشطاري وطريقة تحويل هذه الطاقة. وهذا ما فتح أمام العلماء حقلين جديدين من الخبرة النظرية والتقنية، هما فيزياء القنابل وهو الحقل الذي يهتم بما يحدث علىٰ الفور، والثاني تأثيرات الأَسلحة الذي يُعنى بدراسة ما يحدث فيما بعد. ومن هنا جذب مشروع أوريون إليه بعض المواهب الأَكثر إبداعاً عند صنّاع الأَسلحة. وقد كان لدى تيد تايلور Ted Taylor موهبة

فائقة في وضع تصاميم صنع القنابل كما جمع إلىٰ جانبه أصحاب المواهب ذوي القدرة علىٰ التنبؤ بالنتائج، من أَمثال مارشال روزنبلوث Marshal Rosenbluth وبيرت فريمان Burt Freeman وتشارلز لوميس Charles Loomis وهاريس ماير Harris Mayer وغيرهم من الذين امتلكوا الأدوات النظرية والحسابيَّة التي طُوِّرت خصيصاً للأَسلحة النووية الحرارية بهدف البحث والتحقيق من جدوى خطة تيد تايلور.

يقول تيد موضحاً: «قبيل أن نبدأ العمل في مشروع أوريون كانت لدينا إِمكانيات كثيرة ووفيرة قد سبق التحقّق فيها بغية معرفة التفاصيل الكافية لآثار التفجير الأولي حيث كنا نشبع التصميم دراسة وفحصاً وتدقيقاً لنتمكّن من تعديل ذلك الجزء النسبي من الطاقة سواء في النيوترونات أَو في أشعة غاما أَو في الركام عالي السرعة وما إلىٰ ذلك. وكان بمقدورنا أن نختار ما نريد، حيث كان مبتغانا زخماً أَو قوة دافعة تمتد عبر فترة زمنية طويلة تكفي ليكون الضغط ضمن الحدود المسموح بها، وقصيرة إلىٰ حد يكون فيه انتقال الحرارة ضمن الحدود المسموح بها أيضاً. وكانت لدينا خيارات واسعة جداً لوضع تصميم يحقِّق هذين الشرطين. كان ذلك حقاً ما جعل الكثيرين يطلقون علىٰ تلك الفترة العصر الذهبي لصناعة الأَسلحة النووية. ولم يقدر لمشروع أوريون أن يخطو خطواته الأولى لولا هذه المعرفة العميقة التي رأيناها بصورة خاصة لدى بيرت فريمان ومارشال روزنبلوث، ومن بعدهما بود بيات Bud Pyatt. إذ لولا علمهم بكيفية فعل ذلك ما كان لمشروع أوريون أي معنى».

لقد كان مشروع أوريون الجواب المناسب لمن طرح السؤال «وماذا بعد؟» علماء الفيزياء الذين قضوا سنوات الحرب في موقع لوس ألاموس رأوا في عملهم بهذا المشروع متعة لم يعرفوا مثلها طوال سني حياتهم. بعد أن وضعت الحرب أوزارها حدث انحدار في تلك المتعة، ثم جاءت القنبلة الهيدروجينية فازدادت متعتهم، ولكن ما أن انتهى تطوير هذه القنبلة حتى عاد

الانحدار في المتعة ثانية إِلىٰ لوس ألاموس. يصف بيرت فريمان تلك المشاعر، وهو الذي غادر لوس ألاموس ليعمل في مشروع أوريون ضمن الفريق الذي شكَّله تيد تايلور، فيقول: «كان هناك خروج جماعي من لوس ألاموس. فالبرامج التي كنا نعمل فيها قد وصلت إِلىٰ حد معين، وتوقفت، ورحل عنا عدد كبير من الأشخاص الأساسيين الذين شاركوا في التطوير وسيطر علىٰ الجميع ذلك الشعور الذي يحس به المرء عند فقدانه لمهمة يكلف بها. وكنت أبحث عن نوع جديد من التحدي وعن شيء يعيد إِشعال ذلك الحماس، فكانت روح العمل ضمن فريق واحد نقطة إِيجابية كبرى. ولا بد لي من القول إِنني لم أعرف بيئة عمل مثل هذه منذ ذلك الحين».

كان مشروع أوريون التطبيق العملي للاختراع الذي جاء به تيللر وأولام. فالطريقة التي بها تستخدم الطاقة المتولّدة عن الانفجار النووي لدفع مركبة فضائيَّة تشبه إِلىٰ حد بعيد مسألة استخدام طاقة الانفجار النووي لتحريك التفاعل النووي الحراري في القنبلة الهيدروجينية. فالصعوبة التي واجهناها أثناء العمل في القنبلة «الكبرى» الكلاسيكية، ونقصد بذلك إِحداث تفجير لقنبلة انشطارية كبرى بجانب وعاء يحتوي الديوتيريوم، تتمثَّل في تعطيل الوقود فيزيائياً بسبب الانفجار وفقدان الطاقة بالإِشعاع وذلك قبل أن يصل إِلىٰ درجة الحرارة والضغط اللازمين للإِشعال. وقد وصفت هذه العملية بأنّها مشابهة لإِشعال كتلة من الفحم الحجري بعود ثقاب. وفي سبيل التغلّب علىٰ هذه المشكلة قدم أولام رأياً نفَّذه تيللر يقضي بتوجيه ذلك الإِشعاع المتولّد عن الانفجار الأولي نحو تجويف يتوضع بين غلاف خارجي خاص بالإِشعاعات ثقيل الوزن وغير نفوذ للضوء وبين «صفيحة دافعة» داخلية من اليورانيوم أسطوانية الشكل تدور بقوة دفع نحو الداخل شديدة القوة بفعل الضغط الواقع علىٰ سطحها الخارجي، شبيهة إِلىٰ حد كبير بصفيحة المروحة الدافعة في مركبة أوريون إِذا تلقت ضربة من القنبلة. فتقوم هذه الصدمة بضغط وتسخين الوقود النووي الحراري، بما في

ذلك «شمعة الاشتعال» المركزية للمادة القابلة للانشطار، وتكون قوية بما يكفي للإِشعال. وبما أن الإِشعاع الصادر عن الانفجار الأولي ينتقل بسرعة أكبر كثيراً من موجة الصدمة الهايدروديناميكية، فإِن الانفجار الثاني فرصة كبرى للتحول نحو التفاعل النووي الحراري قبل أن يتناثر.

وقد عملت هذه الفكرة علىٰ تقريب التفاعلات بين المادَّة والإِشعاع من نظام لا يزال القسم الأَعظم منه غير معروف. فماذا يحدث للسطح الذي يتلقى الصدمة بصورة مفاجئة؟ وكم هي الطاقة التي بها تندفع الصفيحة الدافعة نتيجة لذلك؟ وما مدى الشفافيَّة، أَو انعدام الشفافية، في المادة الوسيطة أمام الإِشعاع في تلك اللحظة؟ تلك هي أسئلة سوف تقرّر إِجاباتها ما إِذا كان ممكناً استخدام القنابل النووية كقوة دفع تحرك سفينة الفضاء في رحلتها الكونية.

3

«شيطان» أولام

ينسب الفضل الكبير في ابتكار فكرة استخدام القنابل النووية قوة دفع في المركبات الفضائيَّة إلىٰ ستانيسلاف أولام Stanislaw Ulam، رغم أن إدوارد تيللر Edward Teller يطعن في دوره في الاختراع المعروف باسم «اختراع تيللر وأولام». حيث يقول تيد: «وجد أولام نفسه في اليوم التالي لتجربة Trinity يفكّر جدياً في طريقة لدفع شيء ما في المسار البالستي المنحني». غير أنّه من الثابت أن هيئة الطاقة الذرِّيَّة سجلت براءة اختراع في عام 1959 باسمه واسم كورنيليوس إيفريت Cornelius Everett تتعلّق بفكرة مركبة فضائيَّة تعمل بقوة دفع متولّدة عن القنابل. وقد علّق أولام علىٰ ذلك في معرض ردّه علىٰ إيجاز حول مشروع أوريون لم يأت فيه ذكر لأبوته لهذا المبدأ حيث قال: «لا يهم! ورغم كل ما يقال فالمبدأ هذا هو حقي، أنا، في الاختراع». لقد كان مبدأ قوة الدفع بالنبضة النووية واحداً من بنات أفكار أولام وذلك ابتداءاً من الرياضيات البحتة ومروراً بعلوم الفيزياء الخاصَّة بالأَسلحة وانتهاء بما هو معروف الآن باسم علم التعقيدات، الذي بفضل أولام نفسه بات مرتبطاً بموطنه الجديد في مدينة سانتا في Santa Fe.

تقول زوجته فرانسواز في وصفها له: «كان ستان شخصاً خارجاً عن الجماعة، معقَّداً، وهو بولوني الأَصل، وفوق ذلك كلّه كان علماً قائماً بذاته

للتناقضات والاختلافات. يعيش معظم وقته في مملكة عقله». لكنه في الوقت ذاته كان محباً للجماعة، يكره العيش وحيداً، حيث يقول زميله جيان كارلو روتا Gian-Carlo Rota، المتخصِّص في علوم الرياضيات وهو يستعيد في ذاكرته أيام عملهما معاً: «كان الكثيرون منا ممن عملوا معه في المخبر يعرفون كم كان يكره البقاء وحيداً، وكيف كان يدعونا في أَوقات غير عادية لننقذه من وحدته في غرفته في الفندق أَو من حجرة مكتبه حين يبقى داخل أربعة جدران بعد أن ينهي جولته اليوميَّة من المكالمات الهاتفية الدولية. وقد استجمعت شجاعتي ذات يوم وسألته لماذا يريد دوماً الالتقاء بالزملاء، فأجابني وكأَنه يفشي سرّاً من أَسراره الخاصَّة «عندما أَكون بمفردي أَجدني مجبراً علىٰ إِعمال فكري بأَشياء كثيرة»».

أَما برايان دان Brian Dunne الذي اصطحب أولام وزوجته بسيارته طراز فولكسفاكن من مدينة لا جولا إلىٰ بوينت لوما لمشاهدة إِطلاق أحد نماذج مركبة أوريون وهي تعمل بقوة الانفجار من ضمن التجارب التي كانت تجرى عام 1959 فيصفه بقوله: «كان أولام يعرف شيئاً عن كل شيء» كانت تحليقات تلك النماذج تعتمد علىٰ شحنات انفجار ضبط توقيت تسلسل تفجّرها بدقَّة بالغة. وقدم أولام مساعدته في الحصول علىٰ صواعق تفجير ذات تقلقل منخفض تم تطويرها في لوس ألاموس لتضمن تفجّراً داخلياً كامل التناسق ليحرص تفجير القنبلة. ويؤكّد ذلك برونو أوغنشتاين Bruno Augenstein الذي يعمل محلِّلاً في شركة RAND وكان مهندس البرنامج الأَمريكي للصواريخ البالستية عابرة القارات والذي كان يلتقي دورياً مع أولام في تلك السنوات التي شغلتهم فيها أعمال تطوير القنبلة الهيدروجينية، حيث يصف أولام بقوله: «كان نسيج وحده في مناح عديدة، واحداً من أذكى من عرفتهم وفي الوقت نفسه من أَكثرهم كسلاً ـ كان حقاً مزيجاً ممتعاً من الاثنين معاً». لكن فرانسواز لا توافقه هذا الرأي حين تقول عن زوجها: «كان ستان يعطي انطباعاً بأَنَّه كسول من

خلال مظهره الأرستقراطي اللامكترث. لكنه في واقع الأَمر شديد البأس علىٰ نفسه ذهنياً، ويعمل تفكيره طوال الوقت». وإلىٰ هذا نضيف قول ابنته كلير Claire التي كانت في التاسعة من عمرها عام 1953 حيث سمعها أحدهم وهي تقول لرفيقتها: «كل ما يفعله والدي أنه يفكّر، ويفكّر، ويفكّر».

ارتحل أولام من موطنه الأصلي في بولونيا إلىٰ الولايات المتحدة عام 1935 لينضم إلىٰ فون نيومان في عمله في معهد الدراسات المتقدِّمة. وبعد أن حصل علىٰ الجنسية الأَمريكية حاول في عام 1941 أن يتطوع للعمل في القوى الجوية أملاً بأن يعمل ضابطاً ملاَّحاً في سلاح الطيران إن لم يتمكن من العمل طياراً. لكن طلبه هذا رفض بسبب سنّه وبسبب قصور طفيف في الرؤية. وفي عام 1943 سأل فون نيومان كيف يمكنه أن يساعد في المجهود الحربي، فأجابه، كما يذكر أولام «بشيء من المودة الحميمية والخصوصية بأن ثمة عملاً جديراً بالاهتمام يجري حالياً، لكنه لم يخبرني عن موقعه». بعد ذلك تلقى أولام رسالة وقَّع عليها هانز بيثه بإمضائه يدعوه فيها «للانضمام إلىٰ مشروع لم يفصح عن ماهيته يقوم بأعمال علىٰ جانب كبير من الأَهمية، وفيزياء هذا المشروع لها علاقة بما هو في باطن النجوم». وقَبِل الدعوة استناداً إلىٰ سمعة بيثه وشهرته ودون أن يدري علىٰ أي شيء وافق أَو إلىٰ أين يذهب. ويتابع أُولام روايته: «بعد وقت قصير من استلامي لهذه الدعوة لاحظت اختفاء أُناس آخرين، واحداً بعد الآخر، ثم علمت أخيراً أننا جميعاً ذاهبون إلىٰ نيو مكسيكو، إلىٰ مكان فيها ليس بعيداً عن مدينة سانتا في Santa Fe».

وصل أولام وزوجته، ثم لحقت بهما ابنتهما كلير، إلىٰ لوس ألاموس في شهر شباط/ فبراير من عام 1944. وقد أشار إلىٰ ذلك في يومياته معرباً عن دهشته البالغة لهذا العدد من العلماء الذين جمعهم أوبنهايمر علىٰ تلك الهضبة المطلّة علىٰ سانتا في «لم يشهد تاريخ العلوم كله، ولم يذكر ولو بإشارة بعيدة، شيئاً مماثلاً لهذا التجمع. كنت في الرابعة والثلاثين، لهذا كنت واحداً من أَكبر

الأَعضاء سناً». وجد أولام الوضع في لوس ألاموس التي كانت تعيش سني الحرب النقيض المنعش للحياة الأكاديمية في الجامعة، حين يقول: «الناس هنا يقبلون علىٰ العمل حتى لو كان بدور صغير جداً طالما أنه في سبيل المشاركة في قضية عامة ومشروع مشترك. وقد توقع جول فيرن Jules Verne مثل هذا السلوك عندما تحدث عن الجهود الجماعية المشتركة المطلوبة في «رحلته إِلىٰ القمر» لقد كشف اطلاعه وعمله في الفيزياء عن مواهب ما كان ينبغي لها أن تظل دفينة حتى هذا الوقت المتأخِّر من عمله في حقل الرياضيات البحتة، حيث يقول: «لقد اكتشفت أن المقدرة الرئيسية التي علىٰ المرء أن يتحلى بها تتمثَّل في وجود أسلوب للرؤية يكاد يكون ملموساً لتخيل الحالة الفيزيائية للمسائل بدلاً من وضع صورة منطقية لها. يستطيع المرء أن يتصور عالم الجسميات دون الذرِّيَّة بشكل ملموس ثم يتلاعب بهذه الصورة من حيث الأبعاد ومن حيث النوعية قبل أن يجري حساباته للعلاقات الأَكثر دقة».

لقد عملنا طوال خمسين عاماً علىٰ تقسيم استخدامات الطاقة النووية إِلىٰ نظامين مستقلّين في التطبيق والإِدارة هما المفاعلات النووية والقنابل النووية. وتسعى المؤسَّسة النووية بكل طاقتها للحفاظ علىٰ هذا التقسيم بحيث تضمن وتتأكّد بأن القنابل النووية **تنفجر** وأن المفاعلات النووية **لا تنفجر**. لكن الطيف بين المفاعلات والقنابل طيف متواصل ومتسلسل. وبعض الأفكار الأولى الخاصة بقوة الدفع النووي تحتل مكاناً وسطاً، أي أنها تتوسط بين مفاعل نووي ترتفع درجة حرارته ارتفاعاً كبيراً وبين قنبلة نووية انشطارية لا تنفجر. فقد جاء في محضر اجتماع غير رسمي عقد في لوس ألاموس بتاريخ 17 كانون الثاني/ يناير عام 1949 للتباحث حول الصواريخ النووية، وقد سجَّله فريدريك دي هوفمان: «لقد أخذت المجموعة في اعتبارها مقدمة منطقية مفادها أنّه لا بد من توفّر طريقة مجدية لحمل القنابل النووية» ودرست تصميماً واحداً علىٰ الأَقل يصبح فيه «المحرِّك النووي قنبلة تنفجر عند هبوطها» واستنتجت أن هذا الهجين

الناتج لن يكون ذا فاعلية مؤثِّرة لا يكون صاروخاً ولا بكونه قنبلة. وانتهت الجماعة إلىٰ القول: «وسيكون مفيداً أيضاً أن نطلق صاروخاً نحو القمر فنحصل علىٰ معلومات فيزيائية هامّة». كان بين الحضور إلىٰ جانب أولام ودي هوفمان كل من جورج غاموف George Gamow وإدوارد تيللر Edwad Teller وفريد راينز Fred Reines.

يتحدَّث أولام عن هذا قائلاً: «وُلدت فكرة استخدام قوة الدفع النووي في المركبات الفضائيَّة حالما صارت الطاقة النووية واقعاً ملموساً. وكانت الفكرة الواضحة أَمامنا أن نحاول وأن نستخدم التركيز الأَكثر قوة لهذه الطاقة لدفع مركبات تحمل حمولات كبرى في رحلات أَكثر طموحاً لاستكشاف الفضاء، أَو حتى في رحلة إلىٰ القمر. وأظن أن فاينمان Feynman كان أول من تحدَّث في لوس ألاموس إِبان الحرب عن استخدام مفاعل ذرِّي يعمل علىٰ تسخين الهيدروجين وطرد الغاز بسرعة عالية جداً». ثم غدت هذه الأفكار الأساس لجهود بُذلت في لوس ألاموس وليفرمور كل علىٰ حدة، ثم ترسخت في مشروع يحمل اسم «مشروع روفر Project Rover» (كان هيربرت يورك Herbert York صاحب هذه التسمية تكريماً لـRover Boys الذين ورد ذكرهم في الرواية المعروفة) وأيضاً في برنامج نيرفا NERVA (Nuclear Energy for Rocket Vehicle Application ـ الطاقة النووية من أَجل تطبيقات في مركبة صاروخية) الذي استمر العمل فيه حتى عام 1973. كانت كل هذه الصواريخ النووية، وكذلك المشروع الموازي لها لبناء طائرة تعمل علىٰ الطاقة النووية، عالية التلوث في أَحسن الأَحوال وكارثية إذا حصل خطأ ما. وفي هذا الصدد يشير ر. و. بوسار R. W. Bussard من خلال مراجعته لإمكانية صنع صاروخ أطلس Atlas يعمل بقوة دفع نووي في عام 1956: «إِن الحرارة الناجمة عن تضاؤل ناتج الانشطار تسبِّب انصهار المفاعل و/ أَو تنجزه في غضون ثلاثين ثانية من لحظة الإِغلاق إِذا أغلق المبرّد أَو استهلك».

وأخذ أولام يفكِّر في عام 1946 بكيفية التوصّل إلىٰ قوة دفع تتولّد عن انفجار نووي خارجي. وقد سجلت الحسابات الأولية لأفكاره هذه في وثيقة لا تزال سرِّيَّة وضعها عام 1947 بمشاركة فريد راينز Fred Reines. ويؤكد جونديل سولم Johndale Solem أنه رأى النسخة الأصلية لهذه المذكرة وهو ينظِّف الخزانة الحديديَّة في قسم (T) حيث يقول: «سألت فريد راينز عنها فأجابني «حسناً، لقد حدَّثني ستان عنها» ولم يشأ أن يعترف أنه ضالع في بدايات مشروع أوريون. وهذه الوثيقة التي وضعناها هنا قد صُنِّفت في الأَرشيف في مكان ما». وجونديل هذا عالِم فيزياء كان يعمل في لوس ألاموس وشارك في دراسة كانت تجري آنذاك لجيل ثان من مركبات فضائيَّة مماثلة لمركبة أوريون صُمِّمت خصيصاً لاعتراض وتغيير مسار نجيمات تدور في فلك يؤدي بها للتصادم مع الأَرض.

وفي هذا الإِطار نفسه يقول هاريس ماير Harris Mayer، أحد زملاء أولام في لوس ألاموس: «لقد سمعت ستان يتحدَّث بهذا الموضوع ـ ربما كان ذلك في عام 1948. كنا نعرف الكثير عن القنابل النووية، لكننا في ذلك الوقت لم ندرِ شيئاً عن القنابل الهيدروجينية. أما فكرته فكانت بسيطة للغاية: إِن أنت ألقيت قنبلة من مؤخرة الصاروخ، فهي تنفجر وبانفجارها هذا تعطي دفعة للصاروخ. لذلك كان يفكِّر بمركبة صاروخية من صنف وحجم تقليديين، أَو بشيء ما يشبه صاروخ أطلس، وربما تزن مع كامل حمولتها نحو 100 طن. كنا فقط نُعمل تفكيرنا كثيراً ونتوصَّل أحياناً لأفكار خارقة. ذاك كان المستوى ولا شيء آخر، حتى أننا أدركنا من فورنا أن مركبة كهذه يجب أن تكون غير مأهولة فالتسارع الذي سوف تكتسبه يحطم الإِنسان ويقتله، لذلك لم نهتم ببقية الأشياء الأُخرىٰ، مثل النشاط الإِشعاعي وغير ذلك. ولم يقم أحد بأي عمل حيال ذلك». لقد كان لآراء هاريس ماير حول انعدام شفافية المادة في درجات الحرارة العالية علاقة وثيقة بمشروع أوريون وبالقنبلة الهيدروجينية علىٰ حد سواء.

في عام 1955 وضع أولام بالتعاون مع كورنيليوس إيفريت تقريراً أكثر تفصيلاً بعنوان «حول طريقة لتوليد قوة دفع للقذائف بواسطة الانفجارات النووية الخارجية» وكانت واحدة من الوثائق السرِّيَّة في لوس ألاموس تحمل الرقم LAMS-1995، إذ كان أولام يتميّز عمن سواه باختياره رقماً لوثيقة سرِّيَّة يتطابق مع سنة نشرها، بل كان يفتخر بهذا التميز. أوضح أولام وإيفريت في تقريرهما هذا ما يلي: «تعتبر التفجيرات النووية المتكرِّرة التي تحدث خارج جسم القذيفة وسيلة تزيد من تسارع القذيفة حتى تصل إلىٰ سرعة عالية جداً من طبقة 10^6 سم/ ثا. . . في مدى الصواريخ موضوع الدراسة من أجل عمليات حربية بين القارات، وربما إلىٰ ما هو أكثر من ذلك، من أجل الانفلات من حقل جاذبية الأرض للمركبات غير المأهولة». وبمراجعة متأنية لأسلوب التفكير الذي أفضى إلىٰ هذه الآراء، التي «يعود تاريخ ظهورها إلىٰ عشر سنين خلت»، نجد أن أولام وإيفريت قد اتبعا التسلسل المنطقي الذي يبدأ من مرحلة دراسة حدود الطاقة في الصواريخ التقليديَّة ومروراً بمرحلة دراسة حدود درجات الحرارة في الصواريخ النووية ذات الاحتراق الداخلي وانتهاء بمرحلة تحقيق اختراق يغدو ممكناً إذا تم إيصال المفاعل حتى منتهاه ـ أي تفجير القنبلة ـ وإن أمكن أيضاً عزل الحرارة الناتجة عن جسم المركبة. فقد جاء في التقرير: «يشتمل المخطط المقترح في هذا التقرير علىٰ استخدام سلسلة من المفاعلات النووية التي يمكن الاستغناء عنها (أي قنابل انشطارية) تقذف خارجاً وتفجر علىٰ بُعد مسافة معقولة من المركبة، فتحرّر الطاقة المطلوبة ضمن «محرّك motor» خارجي يتألَّف أساساً من حيِّز مفرغ من الهواء. لكن السؤال الحرج في هذه الطريقة يتعلّق بقدرتها علىٰ استجرار الاحتياطي الفعلي للقدرة النووية المحرّرة في درجة حرارة القنبلة دون أن تتحطّم المركبة أو تنصهر».

واقترح أولام وإيفريت أن يجري قذف أقراص من وقود دفعي بلاستيكي خفيف الوزن بصورة مستقلَّة عن القنابل، حيث جاء في تقريرهما: «من

المفترض أن تكون المركبة علىٰ هيئة صحن قطره نحو عشرة أَمتار تكون كافية لاعتراض كل أَو معظم أقراص الوقود الدفعي المنفجر، وربما تكون الكتلة النهائية 12 طناً. . . . تقذف هذه القنابل علىٰ فترات بفاصل زمني قدره ثانية واحدة من قاعدة الصاروخ وتفجر علىٰ بُعد مسافة من القاعدة لا تتجاوز 50 متراً. وبالتزامن معها تقذف كتل قرصية الشكل من الوقود الدفعي بحيث تكون المسافة بينها وبين الوقود الدافع للصاروخ عشرة أَمتار تقريباً وذلك في لحظة ارتطام القنبلة المتفجرة به. ترتفع درجة حرارة الوقود الدفعي ارتفاعاً عظيماً، ومع تمددها بفعل الحرارة تنقل الزخم أَو كمية التحرّك إِلىٰ المركبة». من المتوقع أن تحمل المركبة خمسين قنبلة تزن الواحدة منها نصف طن وتعطي قوة انفجار تعادل كيلوطن. وقد أقر الرجلان «أن التسارع البالغ 10000 g (g = تسارع الجاذبية الأَرضية أو 9,8 م/ ثا/ ثا) هو تسارع هائل جداً» لذلك سوف يحظر حمل البشر أَو الحمولات الضعيفة علىٰ متن المركبة، فضلاً عن آليات التحكّم التي يجب أن تكون صلدة قاسية تقاوم الصدمات.

حين علم تيد تايلور بخبر إِطلاق القمر السوفياتي سبوتنيك، أَخذ يفكّر جدياً بطريقة لوضع أجهزة ماصة للصدمات لكي يتمكّن الطاقم البشري علىٰ متن المركبة من تحمّل نبضات قوة الدفع. وفي هذا يقول: «في تلك الليلة التي قضيتها وأنا أفكر بهذا الأمر توصلت إِلىٰ فكرة مؤداها أنه إِذا أراد المرء أن يجمع كل تلك المزايا التي يريدها في أية مركبة تنطلق لاستكشاف المجموعة الشمسية ـ وأَقصد بذلك المجموعة كلها وليس فقط الكواكب القريبة من الأَرض ـ فإِنه يتوجه مباشرة إِلىٰ الطاقة التي تتولد عن كم هائل من الأَسلحة النووية. وبعد أن توصلت لمعرفة هذا المقدار من الطاقة، وحين فكرت بماذا يمكن فعله في هذا الصدد وجدتني أصرخ قائلاً «يا إِلهي، هذا ما كان يتحدث عنه ستان أولام طوال تلك السنين». قرأت التقرير المصنف برقم سري LAMS-1955. وفي كل مرة كنت التقي فيها مع ستان سواء في منزله أَو مكتبه أَو أي مكان آخر، أَو كنا

نتناول الغداء في الكافتيريا كنا نتحدَّث عن فكرته الخاصة بقوة الدفع، وكيف نقنع الآخرين بها، وكيف نعمل علىٰ تنفيذها».

عندما طرح مشروع أوريون لأول مرة في واشنطن عام 1958 كان من أقوى المؤيدين له كل من هانز بيثه وستان أولام الذي أدلى بشهادته لصالح المشروع أمام اللجنة المشتركة للطاقة الذرِّيَّة، موضحاً لأعضاء الكونغرس المجتمعين في شهر كانون الثاني/ يناير عام 1958 «أن فكرة هذا المشروع تشبه إلىٰ حد كبير فكرة جول فيرن Jules Verne حول إطلاق صاروخ إلىٰ القمر». ثم تحدث ثانية أمام اللجنة ذاتها في شهر نيسان/ أبريل مؤكداً أنه «من الممكن صنع مركبة ضخمة ذات حمولة من صنف ألف طن، أو عدة آلاف من الأطنان، بحيث تنطلق بقوة دفع كهذه. . . . إن هذه المركبات التي نخطط لها مسألة ذات شأن كبير، فهي ليست مجرد «كبسولة فضائيَّة»، بل مقر إقامة مريح لمن هم علىٰ متن المركبة». وفي معرض ردّه علىٰ تساؤلات أُثيرت حول تهرّب شركة جنرال أتوميك من المشروع بسبب رأي قيل في المخبر الوطني للأَسلحة، بعث برسالة إلىٰ السناتور كلنتون ب. أندرسون Senator Clinton P. Anderson، رئيس اللجنة، يقول فيها: «إن الدكتور تايلور واحد من أكثر العلماء الشباب ابتكاراً في هذا البلد، ولولاه لظل المشروع مجرد نظرية بحتة».

وفي وقت لاحق قدم أولام توضيحات أَكثر تفصيلاً حين قال «يمكن لهذه السفينة الفضائيَّة أن تقل المئات أو الألوف من الناس». وذلك حين كان يحاول إقناع جورج كيستياكوفسكي George Kistiakowsky، المستشار العلمي للرئيس أيزنهاور، لكن «تقبله لهذه الفكرة كان يفتقر إلىٰ الحماس»، كما قال أولام. وهكذا نجد أن الآراء التي طرحها أولام حول الأسفار الفضائيَّة قد خلّفت وراءها تلك الآفاق المحدودة جداً لواشنطن. وفي الأول من نيسان/ أبريل عام 1958 وضع تقريراً موجزاً في لوس ألاموس بعنوان «حول إمكانية قيام المركبات الفضائيَّة باستخدام الطاقة من منظومات الجاذبية أثناء رحلاتها». حيث يصف

كيف تستطيع المركبة الفضائيَّة أن تعمل وفق مبدأ «شيطان ماكسويل» الخاص بالدفق المغناطيسي، فتضخّم موردها المحدود من الوقود والوقود الدفعي ومن خلال استخدام الذكاء الحسابي تختار مسارها فتحصد الطاقة من الأجرام السماوية التي تمر من أمامها.

الجدير ذكره أن جيمس كلارك ماكسويل James Clerk Maxwell هو الذي وضع المعادلات المعروفة باسمه والتي أَسَّست لمبدأ الحقل الكهربائي المغناطيسي وباسمه أيضاً عُرف مبدأ توزع الطاقة الحركية فيما بين جزيئات الغاز. ففي عام 1867 تصوّر كائناً وهمياً ـ أطلق عليه وليام تومسون William Thomson (أَو اللورد كالفن Lord Kelvin) اسم «شيطان ماكسويل» عام 1874 ـ «لديه قدرات خارقة تمكّنه من تتبّع كل جزيء يصادفه في مساره». يبدو أن هذا «الشيطان» يشكِّل تحدياً للقانون الثاني للديناميكا الحرارية وذلك عندما يتم تسخين حجرة في نظام غير مغلق تماماً ومن خلال بوابة (صمام) لا تكاد تُرى لصغر حجمها تدخل الجزئيات عالية السرعة وتخرج الجزيئات بطيئة السرعة دون بذل أي عمل فيزيائي، وقد أدّى حل هذه العبارة المتناقضة ظاهرياً إِلىٰ تحقيق تقدّم جيد في علوم الديناميكيا الحرارية أولاً وفي علوم ميكانيك الكمّ، الذي يبحث في أصغر مقدار من الطاقة يمكن أن يوجد مستقلاً، فيما بعد. وقد بيّن ليو زيلارد Leo Szilard في عام 1929 أن عملية تشغيل هذه البوابة (الصمام) لا تحتاج لأي مجهود، لكن كلفة إِجراء هذه الملاحظات المطلوبة للتمييز بين الجزيئات السريعة والجزيئات البطيئة تؤكّد لنا أن قوانين علم الديناميكا الحرارية لا تشوبها شائبة.

ينطوي مبدأ ماكسويل الخاص بتوزيع الطاقة بين مجموعة الجزيئات في توازن ديناميكي حراري علىٰ التجزؤ المتكافئ للطاقة، وهذا يعني أن الطاقة الحركية تميل إِلىٰ تحقيق التكافؤ بين جميع الجزيئات مع مرور الزمن. فالجزيئات الخفيفة تنتهي إِلىٰ حركة ذات سرعة عالية نسبياً في حين تنتهي



نموذج مصغر يبلغ قطره متراً واحداً يتدلّى بواسطة حبل من برج التجربة لصاروخ أطلس في بوينت لوما وذلك تحضيراً لتجارب قوة التفجير العالية بطلقة واحدة.

الجزيئات الثقيلة إلىٰ حركة ذات سرعات بطيئة نسبياً. وتأسيساً علىٰ هذا المبدأ فإن مركبة فضائيَّة تزن 4000 طن تنتهي إذا أُتيح لها الوقت الكافي إلىٰ حركة تفوق في سرعتها سرعة الكواكب السيار. وإن بدا لنا تطبيق قوانين علم الحركة الخاصة بالغازات في الرحلات الفضائيَّة عبر الكواكب أمراً بعيداً عن الواقع، فلا تنس أن ماكسويل نفسه بدأ أولاً بتطوير هذه الأفكار التي تكيّفت فيما بعد مع علم الديناميكا الحرارية في محاولة منه لتفسير توزّع الجزيئات التي تشكّل حلقات الكوكب زحل من حيث الحجم والسرعة.

ويقدِّم أولام تفسيراً أكثر وضوحاً لهذه الظاهرة إذ يقول: «كمثال لهذه الحالة التي نفكّر بها لنفترض أن صاروخاً يسير بين الشمس وكوكب المشتري، أي يدور في مدار قريب جداً من المريخ ولديه طاقة احتياطية تسمح للطاقة

الحركية للمركبة أن تتزايد بعامل مقداره (2) مثلاً، والسؤال هو ما إذا كانت هذه المركبة سوف تكتسب طاقة أكبر بعشرة أضعاف، مثلاً، إذا خطّطنا لوسائل اقتراب مناسبة نحو المشتري ومن ثم من أجل اقتراب أكثر دنواً من الشمس. فمن الواضح، وعلىٰ مبدأ الأُسس العامة للديناميكا الحرارية أن التجزؤ المتكافئ للطاقة «عموماً» سوف يحدث. . . . ولكن لم يجر ذكر للأزمان اللازمة لتحقيق ذلك والتي ربما تكون حساباتها بأَرقام فوق فلكية. . . . غير أَننا قد نتمكّن من التوصّل إلىٰ حالة «شبه التوازن» بسرعة أكبر بكثير إذا استخدم الذكاء التشغيلي. وتبقى المشكلة فيما إذا كان المرء، عند توجيهه للصاروخ، يستطيع أن يكتسب خواص «شيطان ماكسويل» إلىٰ حد متواضع، أي أن يتمكّن من تخطيط تعديلات في المسار المنحني بطريقة تقصّر الزمن اللازم لاكتساب السرعات العالية جداً بعدّة مراتب من المقادير».

يقول تيد تايلور: «أَذكر أَنني سمعت ستان يتحدَّث عن إِمكانية صنعه لشيطان ماكسويل، وأن هذا الشيطان يمكن أن يكون شيئاً مادياً طبيعياً». والواقع أن ستان نفسه قد تكلّم تلميحاً وليس صراحة عما يقوم به من تفكير في موضوع الإِمكانات التي لا تزال سرِّيَّة في مشروع أوريون، حيث تبلغ سرعة مركبة تزن 4000 طن 20 كيلومتراً في الثانية. فقد جاء في ما كتبه بهذا الشأن: «يقصد بهذه المناقشة المُشار إِليها آنفاً، بالطبع، المسائل النظرية والرياضية البحتة. ومع ذلك من الممكن، خلال العقود القادمة من السنين، بناء أجسام ذات حجوم كبيرة جداً تتحرَّك بسرعة ملاحية قدرها عشرون كيلومتراً في الثانية، ونحتفظ بالوْقت نفسه ببعض الطاقة الإِضافية». ومع أن الطاقة التي يمكن الحصول عليها مجاناً من حيث الظاهر، إِلاَّ أن الذكاء المطلوب لتشغيل هذا المحرِّك الخاص بالتجزؤ المكافئ للطاقة له كلفته وبصورة خاصة عند استعمال الكومبيوترات، حتى الصغيرة منها والتي تعمل بسرعة أبطأ من حاسبات الجيب في هذه الأَيام، تستهلك مقداراً كبيراً من الكيلو واط من أجل أن تعمل بسرعات تقدّر بالكيلو

سايكل وتزن عدة أطنان. لذلك نجد أولام يطلق تحذيراته قائلاً: «إن الحسابات المطلوبة للتخطيط لتعديلات في المسار المنحني للصاروخ قد تكون بأطوال وتعقيدات تحول دون إجرائها».

لقد حظي مشروع أوريون بدعم وحماس شديدين من أولام. وعمل جاهداً لكسب تأييد الكونغرس ودافع عنه وناضل في سبيله داخل لوس ألاموس وشجّع تيد تايلور وغيره من أولئك العصبة من العلماء الذين أفرزوا للعمل بهذا المشروع. فقد كتب إلىٰ تيد عام 1962 عندما ظهرت مخاوف من أن الصفيحة الدافعة قد لا تتحمّل ارتطام سحابة الوقود الدفعي بها حيث قال: «إن الشهب، وبعضها ينطلق بسرعة تصل حتى 30 كم/ ثا لا تتعرّض للفناء رغم أنّها، فرضاً، غير مصمّمة خصيصاً لمثل هذه السرعة». وبعد موت المشروع ظل علىٰ قناعته وإيمانه بإمكانية إعادة إحيائه، وربما يتحقق ذلك من خلال مهمة تشترك فيها الولايات المتحدة والاتحاد السوڤياتي في زمن يكونان فيه أكثر تعاوناً. لقد كان مشروع أوريون الذي أرخى ظلاله عليه اختراع أولام وتيللر أملاً عاد إلىٰ ما وراء قضبان السجن بعد التوقيع علىٰ معاهدة حظر التجارب في الغلاف الجوي عام 1963 والتي كان من شأنها أن أعادت الغطاء وأغلقت صندوق باندورا.

تقول فرانسواز أولام: «كانت فكرة مجنونة حقاً! بل حلماً من أحلام رائعة! آه! لكنهم قضوا أوقاتاً جميلة في كاليفورنيا. ذهبنا ذات مرة لزيارتهم، ورأينا انطلاقة قليل من الدخان. حلّق ذلك الشيء الصغير عالياً ثم عاد إلينا بالمظلة في بوينت لوما. استمتعوا بوقتهم، ولكن هذا كانوا يعتقدون أنه سيستمر؟».

4

شركة جنرال أتوميك

في يوم من الأَيام أخذ إِدوارد تيللر يتذكّر تلك السنوات التي قضاها في لوس ألاموس بعد الحرب العالَمية الثانية، وقبل أن يقوم السوفيات بتفجير أول قنبلة ذرّيَّة لهم عُرفت باسم جو (1) Joe 1 في شهر آب/ أغسطس عام 1949 وقال متذمراً: «لقد أردت أن أفعل شيئا بخصوص القنبلة الهيدروجينية ولم أعرف أحداً كانت تحدوه مثل هذه الرغبة. وقد منعني برادبوري Bradbury عملياً من العمل في هذه القنبلة، لكن الشخص الوحيد الذي أَراد ذلك برغبة أقوى من رغبتي هو فريدي دي هوفمان».

كان فريدريك دي هوفمان Frederic de Hoffmann القادم من فيينا آنذاك في السنة الأخيرة من دراسته للفيزياء في جامعة هارفارد، وقد وصل إِلىٰ لامي Lamy بولاية نيو مكسيكو حيث نقطة انطلاق القطار إِلىٰ لوس ألاموس بُعيد عيد الميلاد من عام 1943. كان في التاسعة عشرة من عمره، وهذا شيء استثنائي، حتى في لوس ألاموس التي كانت «في أيدي الشباب» حينذاك كما تقول فرانسواز أولام التي لم تتجاوز الخامسة والعشرين في ذلك العام، وقد استدعاه للمقابلة الشخصية إِدوارد تيللر فور وصوله.

جاء في مذكرات دي هوفمان قوله وهو يتحدَّث عن تلك المقابلة: «كنت أعرف ماهية الانشطار النووي، وعن إِمكانية تحوّله إِلىٰ انفجار نووي وذلك من

خلال دراستي للكيمياء الفيزيائية في هارفارد. لكن وجود مشروع يؤدي هذا العمل كان مفاجأة كبرى لي». عمل دي هوفمان في تنوّع واسع من المسائل في القسم النظري الذي كان يشرف عليه هانز بيثه Hans Bethe، ومن ضمنها أولى تجارب المرحلة الحرجة التي تنفّذ بوساطة جهاز يُعرف باسم دراغون Dragon (التنين)، حيث يتم إسقاط كتلة أسطوانية الشكل من هيدرات اليورانيوم يدوياً عبر حلقة من هيدرات اليورانيوم أيضاً فتنتقل إلىٰ مرحلة ما فوق الحرجة لمدة جزء يسير من الثانية. وهذا مساوٍ لعملية سحب جميع أذرع التحكّم والتوجيه في مفاعل نووي بصورة مفاجئة، أَو قد يساوي وخزاً خفيفاً لذيل قنبلة ذرِّيَّة. لقد أفرز الجهاز دراغون وللحظة واحدة فقط ما يشبه الكارثة ما جعل المهندسين العاملين في المفاعل يستغرقون في عمل جاد ومضنٍ يحاولون الحيلولة دون وقوع كارثة كهذه. وفي وقت لاحق إبان الحرب أجرى فريق عمل بقيادة دي هوفمان قياسات للكتلة الحرجة في مجموعات قنابل كاذبة تحاكي الحقيقية وتقارب التشكيل الكروي فعملوا علىٰ إحاطة كرة من البلوتونيوم 239 تزن 6,2 كغ بمكعبات من مادة وسيطة عاكسة للنيوترون وضعت في أماكنها يدوياً. وقد أصيب أثناء التجربة هاري داغليان Harry Daghlian وهو صديق دي هوفمان بجرعة قاتلة من الإشعاعات، نتيجة التجميع الاتفاقي غير المنظم للكتلة الحرجة. كان ذلك بتاريخ 21 آب/ أغسطس عام 1945. يقول هوفمان في تعليله للحادثة: «لدينا قانون يمنع المرء من العمل وحيداً في الليل، وثمة قانون آخر ينص علىٰ أن إضافة اللبنة الأَخيرة من اليورانيوم إلىٰ هذا التجميع يجب أن تكون من الجانب. ولم يتبع هاري داغليان هذه التعليمات، فقد عمل وحيداً في الليل، وأَضاف تلك اللبنة القاتلة من الأعلى، وليس من الجانب، حيث انزلقت من يده».

دي هوفمان هذا هو الذي أجرى الحسابات الأولية حول جدوى وملاءمة القنبلة «الكبرى Super» من أجل إدوارد تيللر. وهو الذي حسب أيضاً المسار

البالستي المنحني لأول قنبلتين ذريتين أُسقطتا من الجو، سُميت الأولى باسم Fat Man (الرجل السمين) والثانية باسم Little Boy (الولد الصغير). وفي ذلك يقول: «كان عمل جداول تلك القنابل محفوراً في ذهني نقشاً قوياً لا يُمحى فهو الذي وضعني أمام واقع يحتم علينا الاستخدام النهائي لتجاربنا العلمية والتقنية». وعندما عاد دي هوفمان إِلىٰ لوس ألاموس في مطلع عام 1949 عمل إِلىٰ جانب تيللر في الدراسات الخاصة بالقنبلة الكبرى مكرِّساً وقته كله لهذا العمل. وقد أوضح تيللر ذلك بقوله: «كان يشعر في قرارة نفسه أن القنبلة الهيدروجينية يجب أن تكون مهمتنا الأولى والرئيسية حتى من قبل أن يفجر السوفيات قنبلتهم الأولى. وأخذ يعمل الآن مثلما يعمل رجل تحرّر من قيود تكبله».

عندما شاع خبر الاختراع الذي توصّل إِليه تيللر وأولام، وضع الاثنان معاً تقريرهما الخاص، حيث يقول تيللر: «ما قدمناه في هذا التقرير كان في الواقع وصفاً للنوع والكيفية، وقدمت تفاصيل الكم إِلىٰ فريدي دي هوفمان، الذي أنجز كتابة التقرير في غضون زمن قصير، ليس أكثر من أسبوع واحد، ونسبه إِليّ وحدي». ومنذ ذلك الحين صار دي هوفمان ربيب تيللر ومساعده الذي يؤدي له مختلف المهام، وقد ناب عنه رسمياً خلال الأعوام 1949 ـ 1951. وقد ذكر تيد تايلور في روايته لنا عن تلك العلاقة: «أذكر مرة كنا في رحلة بالطائرة عائدين إِلىٰ لوس ألاموس من مؤتمر الجمعية الأَمريكية للعلوم الفيزيائية الذي انعقد في لوس أنجيليس، وكنت وتيللر معاً. واضطرت الطائرة للهبوط بسبب عطل فني في مطار مدينة فونكس Phoenix، حيث قضينا زهاء ست أَو ثمان ساعات. تحدّثنا خلالها سوية وبملء حريتنا عن القنابل وغيرها. ثم عدنا أدراجنا إِلىٰ الطائرة. وكان قد تكلم هاتفياً مع دي هوفمان الذي جاء بسيارته وفي منتصف الليل إِلىٰ البوكرك Albuquerque لاستقبالنا عند الطائرة». وعندما انتقل دي هوفمان للعمل في شركة جنرال أتوميك أنشأ مرآباً خاصاً للسيارات، وخصّص لكل زائر يأتي إِلىٰ الشركة مهما كانت أهميته أَو رتبته الوظيفية سيارة

مع سائق تكون تحت تصرّفه طوال مدة إقامته. يعلّل تيد ذلك بقوله: «أظن أن واحداً من الأَسباب التي تجعل فريدي يهتم كثيراً بالسائقين أنّه كان سائقاً في أيام خلت».

وبعد أن ترك عمله في لوس ألاموس، تعاون دي هوفمان مع هانز بيثه وسيلفان شويبر Sylvan Schweber في جامعة كورنيل في سبيل إنجاز كتاب بعنوان «الميزونات وحقولها Mesons and Fields» بات الآن من روائع الكتب العلمية، ثم تابع دراسته حتى نال درجةِ الدكتوراه، ثم عُيِّن فيما بعد رئيساً للجنة كبار المراجعين التابعة لهيئة الطاقة الذرِّيَّة. وله إِسهاماته في تطبق قواعد الأَمن في هيئة الطاقة الذرِّيَّة التي تقرِّر ما هي المعلومات النووية الواجب حفظها في سرِّيَّة تامّة، وما هي المعلومات المتعلّقة بتصاميم المفاعلات النووية المسموح بكشفها بأَمان. عندما نظمت الأمم المتحدة أول مؤتمر لها حول الاستخدامات السلمية للطاقة الذرِّيَّة في جنيف في صيف عام 1955 كان دي هوفمان واحداً من أعضاء الفريق الدولي للأمناء العلميين المكلفين بتحديد المعلومات التي يمكن تبادلها بين المؤتمرين، وتقرير الطريقة التي بها تنسب علناً الجهود التي يبذلها المخترعون بصورة سرية، وذلك قبل الانعقاد الرسمي للمؤتمر. والحق يقال إِن دور الدبلوماسي الدولي يليق بدي هوفمان. عندما كان طالباً في جامعة هارفارد عمل علىٰ تأسيس منظمة أسماها «مجلس الأمم المتحدة» أسندت إِليها مهمَّة دعوة «كبار الأساتذة للقدوم إِلىٰ هذه الجامعة ليلقوا المحاضرات» كما قال زميله في الدراسة رالف شتال Ralph Stahl الذي انضم إِلىٰ شركة جنرال أتوميك عام 1956، ويضيف إِلىٰ ذلك «كان فريد يذهب إِلىٰ محطة سكة الحديد لاستقبال الأستاذ الزائر، ويصطحبه لتناول العشاء، ويقدمه إِلىٰ الحضور. كان أسلوبه في لقاء الأشخاص الهامين رائعاً حقاً».

كان مؤتمر جنيف أول لقاء علىٰ الإِطلاق يجمع بين علماء الذرّة من الشرق والغرب. ورغم أن تفاصيل تصميم المفاعل النووي لأغراض مدنية

ظلّت طي الكتمان ولم ترفع هيئة الطاقة الذرِّيَّة السرِّيَّة عنها حتى شهر حزيران/ يونيو من عام 1956 إلاَّ أن أُسس هذه الصناعة الجديدة قد وُضعت قبل هذا التاريخ ومنذ مؤتمر جنيف بدأت تتشكّل أسرة دولية لعلماء الذرّة. وبدأ التخطيط كذلك لإِقامة معامل للطاقة الانشطارية. ويبدو أن الجميع كانوا يفترضون أَو ربما يتوقعون حصول شيء يشبه اختراع تيللر وأولام، وينبئ بحصول انتقال من طاقة الانشطار إِلىٰ طاقة الاندماج يكون انتقالاً مفاجئاً كما حصل في تلك القفزة النوعية من القنابل الانشطارية إِلىٰ القنابل الاندماجية كما حدث مؤخراً. والجدير ذكره أن تحقيق الدمج النووي تحت السيطرة، المصنّف سرياً باسم «مشروع شيروود Project Sherwood»، كان أقرب للتنفيذ عام 1955 مما الحال عليه الآن.

في تلك الأَثناء كانت الشركات الكبرى تراقب عن كثب. فقد كانت شركة جنرال داينامكس General Dynamics التي يبلغ حجم مبيعاتها نحو مليار دولار أَكبر مقاول في مجالات الدفاع في الولايات المتحدة، وكان أحد فروعها «قسم القوارب الكهربائية Electric Boat Division» في مدينة غروتون بولاية كونكتيكت يتولى بناء الغواصات الذرِّيَّة، كما كان فرعها الآخر Convair Astronautics Division في سان دييغو يصنع صواريخ أطلس البالستية عابرة القارات. ورأى جون جي هوبكنز John Jay Hopkins رئيس مجلس إِدارة جنرال داينامكس، أن الأَوان قد حان لدخول ميدان الطاقة النووية، فاستشار إِدوارد تيللر الذي أشار عليه بالاعتماد علىٰ فريدريك دي هوفمان. رصد هوبكنز مبلغ عشرة ملايين دولار وضعها بتصرّف دي هوفمان للبدء بالمشروع والعمل. وأعلن هوبكنز في احتفال أُقيم بمناسبة الاحتفال بتأسيس مخبر دي هوفمان عام 1956: «نحن نبني هنا مؤسَّسة تتجاوز حدود الزمان، مؤسَّسة للذهن والروح، تكرِّس أعمالها لخدمة تقدّم الإِنسان».

ويقدِّم لنا برايان دان Brian Dunne وصفه لشخصية دي هوفمان فيقول:

«كان فريدي شديد الشبه بنابليون في طبعه. درس حياة نابليون بونابرت عندما كان صبياً صغيراً، وكانت لديه هذه الأَحلام وهذه الرؤية، التي تخفي وراءها عظمة وجلالاً. وهذا النوع من الحمى والنشاط المتزايد يلتقط كل الأَشياء». لم يكن «يملك سيطرة ونفوذاً في هيئة الطاقة الذرِّيَّة» فحسب، وهذا أَمر في غاية الأَهمية للحصول علىٰ السماح باستخدام تصميمات المفاعل النووي للاستخدام المدني والتجاري، بل كان أيضاً متفهّماً وقادراً مقتدراً علىٰ التسامي فوق كل تلك الفئات التي انقسمت إِليها الأسرة العاملة في مجال صنع الأَسلحة النووية منذ الحرب العالَمية الثانية. يتحدَّث دان عن هذه الانقسامات فيقول: «لدينا تلك العصبة العاملة في ليفرمور، وتلك العصبة العاملة في لوس ألاموس، ثقافتان مختلفتان، أتباع تيللر وأتباع بيثه Bethe، قبيلتان مختلفتان بل متناحرتان. لكن العلاقة التي تربط بين تيللر ودي هوفمان بعيدة عن هذه الحرب القبلية».

تأَسَّست شركة جنرال أتوميك General Atomic في الثامن عشر من تموز/ يوليو عام 1955 وبدأ دي هوفمان علىٰ الفور بتشكيل نواة أسرة العاملين فيها، مبتدئاً بعالم الفيزياء إِد كروتز Ed Creutz الذي اشتغل بأَول مفاعل يعمل بوقود متجانس «هو مرجل الماء» في لوس ألاموس وكان أول من أجرى تجربة لقوة تفجير عالية من مجموعة تفجير داخلي، حدثت في اليوم السَّابق لتجربة ألاموغوردو Alamogordo. في فترة ما بعد الحرب كان كروتز يعد لمحاضرة يلقيها حول فيزياء المفاعل النووي، وكان بحاجة لتقديم تقديرات تقريبيَّة لعدد النيوترونات التي تنطلق عند كل انشطار لنواة اليورانيوم، والمعلومة هذه كانت في ذلك الحين تُحاط بالسرِّيَّة التامَّة. وحيث أنه كان يعرف جيداً أن قيمة هذا العدد أَكبر من 2 وأَقل من 3، ذكر الرقم 2,5 وهي القيمة الدقيقة التي من المفروض أن أَحداً لا يعلمها. وفي الحال اقترب دي هوفمان من كروتز وأبلغه بكل أدب أنه قد خالف تعليمات وقوانين السرِّيَّة. ثم حصل لقاء ثان بين الرجلين كانت الغاية منه عرض وظيفة علىٰ كروتز الذي وصف العرض بقوله:

«سألني إِن كنت مهتماً بالانضمام إِليه لتأسيس شركة متخصِّصة بالطاقة الذرِّيَّة. فأجبته «هذا شيء عظيم ولكنه سيكلف ملايين الدولارات». فقال «لدينا عشرة ملايين منها ونحن بحاجة لتوظيف أفضل الأَشخاص ليقوموا بالعمل بالشكل الأَمثل»».

وكانوا أيضاً بحاجة لاسم. وفي هذا يقول كروتز: «اقترحت عليه بضعة أسماء مثل «الذرات المفيدة» أَو شيئاً من هذا القبيل. فقال دي هوفمان «لا، لدي شيء أفضل من هذا وذاك. سوف نسميها جنرال أتوميك»». وهكذا كان. ولم يشكل التمويل أية عقبة. يتابع كروتز روايته فيقول: «قال أحدهم إِن دي هوفمان يعرف كل مليونير في العالَم. وقد يكون في هذا بعض المغالاة، لكنه فعلاً يعرف عدداً كبيراً من الأَغنياء وأصحاب النفوذ، وكان جون جي هوبكنز ـ صاحب ومؤسِّس جنرال داينامكس ـ مغرماً بفريدي، وله اتصالات واسعة. وهكذا كان فريدي بارعاً جداً ليس فقط في الاتصال بالأغنياء للحصول علىٰ التمويل، وإِنما أَيضاً في اتصاله بأشخاص ليقنعهم بالذهاب إِلىٰ آخرين للحصول علىٰ التمويل».

واستقل دي هوفمان وهوبكنز الطائرة وحلقا في أجواء الولايات المتحدة بحثاً عن المكان الملائم للمخابر. وكانا يلقيان أَفضل الترحيب من رجال السياسة المحليين حيثما ذهبا. واستقر الرأي أخيراً علىٰ موقعين أحدهما قرب مدينة كامبردج بولاية ماساتشوستس في الشرق، والآخر في الغرب إِما قرب مدينة مونتيري أَو سان دييغو. وكان صاحب الحظ الأوفر تشارلز ديل، عمدة سان دييغو التي فيها مقر شركة كونفير Convair وحيث المساحات الشاسعة من الأَراضي الخالية من أي أشغال وتشكِّل جزءاً من المنحة التي قدَّمها الإِسبان لسكان سان دييغو الأصليين عام 1791. وهي أَراض مترامية الأَطراف تمتد من ساحل المحيط الهادئ لعمق داخل البلاد حتى الموقع الحالي للطريق رقم 805 الذي يربط بين الولايات ويمتد شمالاً بمحاذاة ساحل لاجولا وحتى ديل مار

Del Mar، مساحات واسعة من الأَرض لم تمتد إِليها يد البشر في عام 1956. ففي بيان أصدره مجلس المدينة يدعو فيه لإِجراء استفتاء حول إِمكانية منح شركة جنرال أتوميك موقعاً لإِقامة مخبر وردت العبارة: «لأن أجدادنا الأوائل في هذه المدينة كانوا يميلون للتصرّف بالأرض بأَسهل طريقة ممكنة (حيث بيعت North Island مقابل برميل من الويسكي) فقد تضمن ميثاق المدينة شرطاً ينص علىٰ عدم جواز بيع أي قطعة من أراضي السكان الأصليين قبل عام 1930. وتضمن ميثاق عام 1931 شرطاً يقضي بعدم جواز بيع أي قطعة من أَراضي السكان الأصليين إِلىٰ الشمال من نهر سان دييغو دون قرار من المجلس يتخذ بموافقة أَكثرية الناخبين، كما أن الاقتراح رقم H يخول المجلس بيع ونقل ملكية ما مساحته 320 فدان من هذه الأراضي إِلىٰ شركة جنرال أتوميك بغية إِقامة مركز للبحوث النووية إِلىٰ الجهة الشرقية من الطريق العام رقم 101 وحتى امتداد نصف ميل إِلىٰ الشمال من مفترق طرق لاجولا. وهذا يقتضي موافقة الأكثرية». وقد فاز هذا الاقتراح بالموافقة وبهامش 6 إِلىٰ 1.

تحتل شركة جنرال أتوميك ـ التي صار اسمها الآن جنرال أتوميكس ـ قسماً من غالبية العقارات باهظة الثمن في الولايات المتحدة. فالجروف العالية المطلّة علىٰ البحر المحيط والأنهار الواقعة إِلىٰ الجنوب من جزء آخر من أَراضي السكان الأصليين تبلغ مساحته 1000 فدان ويعرف باسم Torrey Pines State Park، أصبحت الآن محاطة بالدور البديعة التي تقدّر كلفة الواحدة منها بعدّة ملايين من الدولارات. وكان منزل دي هوفمان من أَول ما أُشيد من تلك الدور. وفي الوقت نفسه توسعت جامعة كاليفورنيا في سان دييغو الواقعة إِلىٰ الجنوب مباشرة من موقع شركة جنرال أتوميك تشغل قطعة الأَرض التي منحت لها فيما بعد. ثم تبع ذلك إِنشاء الشركات المتعددة مثل شركات صناعة الأدوية ومعاهد البحوث والمستوصفات الطبيَّة وشركات السمسرة المتنوّعة فأغنت بذلك المنظر الطبيعي بامتدادها في عمق الأَراضي داخل الصحراء.

في عام 1956 كانت هضبة توري باينز Torrey Pines أرضاً بكراً. وكان موقع لاجولا منطقة هادئة يحلو للكثيرين قضاء عطلاتهم فيها. وإلىٰ الشمال منه، وفيما بين المركز المتقدِّم لمؤسَّسة Scripps لعلوم المحيطات والبحار وميدان سباق الخيل في ديل مار Del Mar كانت الأراضي خلواً من أي عمران فيما عدا قاعدة تدريب عسكرية مهجورة من بقايا الحرب العالَمية الثانية ومحطة وقود وحيدة علىٰ امتداد الطريق العام رقم 101 بمحاذاة الساحل قبل إنشاء الطريق العام الواصل بين الولايات. ويتابع كروتز روايته لما يذكره عن بدايات إنشاء شركة جنرال أتوميك فيقول: «ذهبنا جميعاً، العمدة ديل Dail وفريد وهوبكنز وأنا، لتفقد ذلك الموقع الذي كان مرعى للأبقار، وصعدنا تلك الهضبة ورأينا قبة مرصد بالومار Palomar observatory عن بُعد. دللنا هوبكنز إلىٰ ذلك المرصد البعيد، فقال قولاً قد لا يقوله شخص آخر «آه، نستطيع أن نرى تلك القبة». ولكن «أوه يستطيعون أن يرونا كذلك»».

وفي غضون عامين اثنين حوّل دي هوفمان تلك الأرض الجرداء إلىٰ رائعة معمارية، تضاهي في جمالها وروعة عمارتها القصور التي ليس لها وجود إلاّ في خيال الشعراء، حيث يقول وهو يستعيد في ذاكرته تلك النجاحات التي تحقَّقت في لوس ألاموس «إذا كان للعلم أن يزدهر وينشط فلا بد أن تكون ظروف عمل الرجال الذين لم يبلغوا الثلاثين من أعمارهم مثالية قدر الإمكان». وأشار في حديثه إلىٰ مشروع مانهاتن وأكَّد أن التمييز بين العلوم البحتة وتطبيقاتها في ذلك المشروع كان معدوماً. أما في شركة جنرال أتوميك فقد كان العلماء المتخصِّصون بالجانب النظري وأولئك المتخصِّصون بالجانب التجريبي والفنّيّون يعملون جنباً إلىٰ جنب، لا تمييز يفرّقهم، وفي الوقت ذاته نجد التقاليد الجامعية تتسم بشيء من العدوانية في ظل تواجد الجميع تحت مظلة واحدة كما هو سائد في الندوات الأسبوعية وزيارات الزملاء ذوي الاختصاص ومراجعة المطبوعات، رغم تواجدها جميعاً ضمن دائرة واحدة وترد في تقارير

سنوية برّاقة. وكانت الشركة تقوم بدعوة العلماء لإلقاء المحاضرات سواء كانوا من أصحاب الاختصاص في الفيزياء النووية أم كانوا بعيدين عنها مثل مارغريت ميد Margaret Mead.

وعن المهندسين الذين استدعوا لوضع تصميم بناء المخبر، يقول كروتز: «جاؤوا إلينا بمخطّط وصفوه بأنه «تصميم بناء مدينة جامعية»، هنا المبنى الخاص بقسم الفيزياء، وهذا شارع، وذاك قسم الكيمياء. لا أريد هذا التصميم. رأيت سابقاً ذلك التقسيم التعيس الذي يفصل بين المساهمات التي تقدّمها مختلف الأَقسام في بعض المدن الجامعية. أريد قسم الكيمياء وقسم الفيزياء ضمن بناء واحد. لا أريد أن يشعر الناس أنهم كيانات منفصلة لا رابط بينها طالما نحن جميعاً نعمل معاً للخروج بأَفكار جديدة. ومن هنا وضعت فكرة البناء ذي الشكل الدائري تتوسّط المكتبة». فالمكتبة إذن محاطة ببناء ضخم، كالسوار حول المعصم، بهيئة ثلاثة أرباع الدائرة، إن نظر إليه الرائي من الجو يخيل إليه أَنه يرى الكوكب زحل والحلقات المحيطة به وقد اقتطع منها مقدار لقيمة طعام. أما المخابر الخاصة بالأَقمار الصناعية فقد توزّعت في أَماكن مختلفة من هذا الموقع.

مع حلول عام 1958 أُنجز بناء أربعة مخابر ومجسم لمفاعل نووي باستطاعة نبضات تصل حتى 1500 ميغا واط ومسارع خطي للجسيمات بقوة 32 مليون إلكترون فولط وبناء خاص لتجميع الكتلة الحرجة فضلاً عن بناء خاص بالإدارة تبلغ مساحته 48000 قدم مربع تحيط به حديقة تتوسطها بحيرة ماء يبلغ طولها 250 قدم. وفي السنة التالية أُنجز تشييد مبانٍ أُخرىٰ بمساحة إجمالية قدرها 250000 قدم مربع تضم نحواً من 100 مخبر، أضيف إليها فيما بعد أبنية أُخرىٰ للمخابر تبلغ مساحتها 100000 قدم مربع. ومع بداية عام 1960 كان يعمل في الشركة زهاء 700 فني منهم ما يزيد عن 100 ممن يحملون درجة الدكتوراه.

إلىٰ جانب ذلك، كان هذا الموقع يضم نادياً للعناية بالصحّة ومركزاً طبياً وملاعب لكرة المضرب ومسبحاً وكافتيريا. يقول كيدار بيات (باد) Kedar (Bud) Pyatt، الفيزيائي الشاب الذي التحق بالشركة عام 1959: «كان العمل في جنرال أتوميك متعة ليس بعدها متعة. والفضل في ذلك يعود حتماً إلىٰ فريدي ومواقفه، حيث أقنع جون جي هوبكنز بفكرته، وبأن يعطيه عشرة أعوام وتمويلاً كافياً وهو سيفعل المعجزات، أو كما قال، وقد أحببت قوله هذا، بأنه «سوف يأتي بالشمس إلىٰ الأَرض». كان موقف فريدي يتمثل بقوله: «أعطني ملء حجرة من علماء الفيزياء النظرية وسأفتح العالَم» وقد قال إلىٰ تيد وإلىٰ لوثار نوردهايم Lothar Nordheim: «إليكم المال الكافي لتوظيف عشرة علماء من الشباء المتخصصين بالجانب النظري في العام الواحد». وهكذا حصلت علىٰ العمل وجئت إلىٰ هناك، وسألت ماذا يفترض بي أن أعمل، فأجابني تيد: «لماذا لا تطالع لبعض الوقت وتفكّر بشيء تفعله يكون إبداعاً؟» وكان قوله هذا بمثابة نيرفانا علىٰ الأَرض يشعر بها عالم فيزياء».

يروي فريمان قصة لقائه مع فريدي دي هوفمان فيقول: «كان دي هوفمان أول من التقيته في عالم الأَعمال. صحيح أنه كان فيزيائياً من الطراز الأول إلاّ أنه كان أيضاً يملك الفكر الواسع المطلوب في مجال الأَعمال. لم ألتق من قبل برجل لديه الصلاحية لاتخاذ القرارات السريعة ودون ضجيج». لقد سبق لغالبية من جاؤوا للعمل في جنرال أتوميك أن اشتغلوا أثناء الحرب في مشاريع كبرى. وكانوا يرون في العقبات السياسية والتقنية تحديات يجب التغلّب عليها. وإن ظهرت حاجة لأدوات تخصُّصيَّة أَو منشآت ذات مواصفات معينة فإنهم يشترونها في الحال أَو يأمرون بتشييدها دون تأخير. لا شيء كان يستحيل عليهم إنجازه سوى صنع المتفجرات النووية التي كانت حكراً علىٰ لوس ألاموس أَو ليفرمور أَو مخابر سانديا Sandia الوطنية. وبحسب ما يقول دافيد فايس David Weiss الذي ابتدأ عمله في جنرال أتوميك عام 1959 عندما تبين أن النسخ التجريبية

للمركبة أوريون سوف يكون إطلاقها وشيكاً. «أراد دي هوفمان أن يقوم هو نفسه ببناء تلك النسخة من المركبة، كما كانوا يفعلون في أحواض بناء السفن في القرن التاسع عشر، حيث يكون لديك الأفران الخاصة بك وتصنع القوالب اللازمة للأجزاء المعدنية التي تريدها».

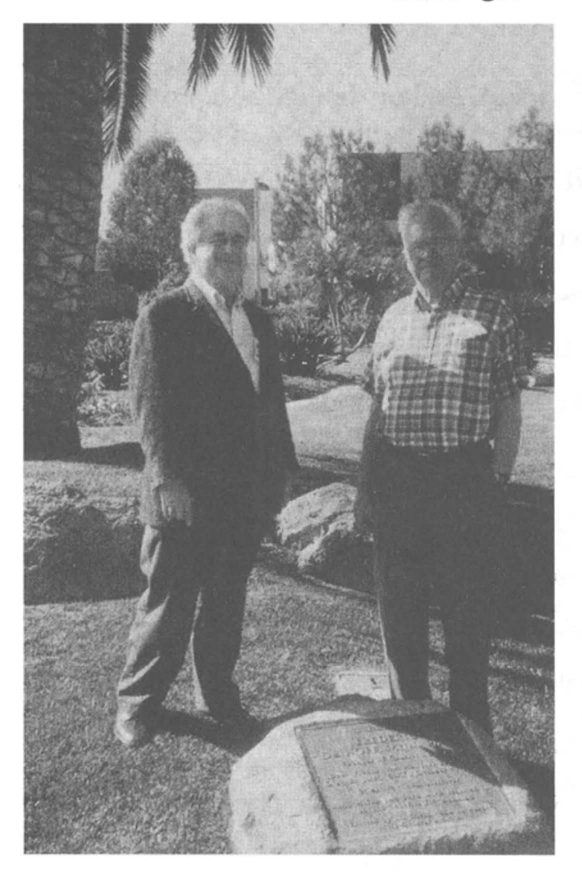
ويضيف تيد توضيحاته فيقول: «كان فريدي يتصرّف وكأنّه مَلِك في مملكته، يستطيع أن يفعل ما يشاء وهذا يعني سرعة الإنجاز. إذا طرأ شيء جديد في مشروع أوريون، فالنبأ يصل إلىٰ فريدي في غضون دقائق، فيتصرّف سريعاً ويحضر الشخص الذي يستطيع تقديم شيء بنّاء في هذا الصدد، وإن لزم الأمر يذهب إلىٰ واشنطن ويجتمع بأشخاص هامين». لا أحد يضاهي فريد في وصوله إلىٰ أشخاص من أعلىٰ المستويات في الحكومة أو الصناعة أو الجامعات.

يقول برايان دان Brian Dunne: «كان دي هوفمان يجب أن يجمع حوله من نالوا جائزة نوبل، مثلما يهوى المرء جمع الفراشات». وكان مغرماً أيضاً بجمع براءات الاختراع، حيث يمضي برايان قائلاً: «كان فريدي يذهب في كل عام إلىٰ اجتماع مجلس إدارة جنرال دايناميكس، وينثر علىٰ طاولة الاجتماعات أمام الأعضاء مجموعة من براءات الاختراع فيظنون هذه ثروة قادمة في المستقبل فيقدّمون له التمويل المطلوب».

وبالرغم من التأكيد الأولي علىٰ الاستخدامات السلمية للذرة، إلاّ أن قسماً كبيراً من النقد المتدفق علىٰ شركة جنرال أتوميك كان يأتي من عقود لها علاقة بالأسلحة تُبرم مع هيئة الطاقة الذرِّيَّة ووزارة الدفاع. فقد كان يوجد إلىٰ جانب التطبيقات العسكرية المحتلمة لمشروع أوريون، والمشكلة المتكرِّرة المتعلّقة بإنتاج التريتيوم اللازم للأسلحة النووية الحرارية، برنامج سرِّي لإنتاج مفاعل للسفن وعدد من المفاعلات الصغيرة ذاتية الاحتواء لتوليد الكهرباء اللازمة لمنصات المراقبة في الفضاء. وكانت الجهة المانحة للعقد مركز

الأَسلحة الخاصة التابع لقيادة القوى الجوية في مدينة البوكرك في ولاية نيو مكسيكو بالنيابة عن وكالة مشاريع البحوث المتطورة ARPA. وهو عقد خاص بأوريون مع شركة جنرال أتوميك، لكنه جعل الأَموال تتدفّق علىٰ هذه الشركة من أَجل تنفيذ مشاريع أُخرىٰ منها مشروع Project Defender (الدفاع بالصواريخ البالستية) ومشروع Casaba Howitzer ـ (أَسلحة تعمل بالطاقة الموجهة)، ومشروع TREES (Transient Radiation Effects on Electronic Systems ـ التأثير المؤقت للإشعاع في المنظومات الإلكترونية) وغيرها الكثير من المشاريع الخاصة بدراسة تأثيرات الأَسلحة التي كانت في كثير من الأَحيان تنتهك حرمة التصاميم الخاصة بالأَسلحة. وهنا يتساءل بيرت فريمان Burt Freeman: «أين نرسم الخط الفاصل بين التأثيرات والتصميم؟ إن أيدينا مقيّدة في هذا الصدد، إذ لا يمكن الفصل بينهما فالتأثيرات تعتمد اعتماداً كبيراً علىٰ التصميم. وإن لم يكن لدى المصمِّم الذي يضع تصميم السلاح اهتمام بالتأثيرات التي ستنتج عنه يصل إلىٰ مكان يتوقف فيه ويخالجه شعور أنه قد أنجز عمله. والآن، هناك تأثيرات معينة يكون المرء بحاجة لأن يختار ما يريد منها، ولكن توجد منطقة رمادية فيما بينها من حيث الزمان والمكان، وحيث يتوقف عندها أحدهم ويبدأ الآخر».

لا أحد سوى فريدي دي هوفمان يستطيع أن يوظِّف المواهب الفذَّة ويفوز بنا حقّق، يجلبهم من المخبرين الوطنيين الخاصين بالأَسلحة ليعملوا في مشروع يشتمل علىٰ عدد هائل من القنابل ودون أن يتعرّض لهجوم من هيئة الطاقة الذرِّيَّة. كانت الإجراءات الأمنية التي تفرضها هيئة الطاقة الذرِّيَّة واضحة للعيان في شركة جنرال أتوميك، لكنها لم تعوق عمل الشركة. يقول فريمان: «كل شيء له علاقة بمعلومات ذات صلة بالقنابل يجب أن يحفظ في خزائن حديديَّة خاصة يقوم علىٰ حراستها أشخاص شديدون يوفرون لها حماية أقوى من الأَسرار العسكرية الاعتيادية. يوجد مبنى خاص ندعوه البناء H لأن شكله شبيه بهذا الحرف الهجائي، فيه يوضع كل شيء، وقد توفّرت له الحراسة الملائمة.



مارشال روزنبلوث (إلىٰ اليسار) وتيد تايلور (إلىٰ اليمين) أمام اللوحة التذكارية لفريدريك دي هوفمان في شركة جنرال أتوميك (صار اسمها الآن جنرال أتوميكس) في لا جولا بولاية كاليفورنيا، تشرين الثاني/ نوفمبر عام 1999.

ولكن إذا كان المرء يحمل علىٰ صدره تلك الشارة الخاصّة، والحرّاس يعرفونه، فالدخول والخروج أمر هيّن جداً. ورغم ذلك، هناك قواعد وتعليمات خاصة ينبغي علىٰ الجميع احترامها. فمثلاً إن أحضر المرء زائراً معه، فلا يسمح لهذا الزائر دخول غرفة الحمام بمفرده».

كان علماء الفيزياء العاملون في القوى الجوية، وكذلك الضباط والجنرالات من هذا السلاح يقومون بزيارات دورية منتظمة إلىٰ شركة جنرال أتوميك. وكانوا دوماً يخرجون بانطباعات جيدة. يصف برايان دان تلك الزيارات فيقول: «كانوا يشعرون برهبة وخشوع شديدين عندما يأتون. وكان السبب في هذه الرهبة فريدي والأبنية ذات الشكل الدائري والمسابح وملاعب

كرة المضرب. لم يروا في حياتهم منشأة مثل هذه، ولا أَشخاصاً مثل هؤلاء الذين جذبهم فريدي للعمل معه». ذات يوم جاء لحضور الإِيجاز الصحفي في الشركة العقيد الجوي دون بريكيت Prickett وهو عالِم فيزياء وضابط في مركز الأَسلحة الخاصة التابع للقوى الجوية، مسؤول عن مشروع أوريون، وكان حاضراً هذا الإِيجاز الجنرال توماس باور Thomas Power من آمرية الأَسلحة الاستراتيجية في قيادة القوى الجوية الذي أدلى ببيان قال فيه «إِن من يسيطر علىٰ أوريون يسيطر علىٰ العالَم». ولم ينسَ العقيد بريكيت الحماس الذي أبداه الجنرال باور نحو مشروع أوريون، كما أنه لم ينسَ أيضاً مأدبة العشاء التي أعقبت الإِيجاز الصحفي حيث قال «كانت أشهى وجبة مأكولات بحرية تناولتها».

والحق يقال إِن مشروع أوريون لم يكن ليحظى بنصيب من النجاح لولا فريدريك دي هوفمان وشركة جنرال أتوميك. وخير شهادة علىٰ هذا نسوقها من قول بيل فولييت Bill Vulliet العالِم الفيزيائي الذي انتقل للعمل في جنرال أتوميك من شركة Convair في شهر تموز/ يوليو عام 1958: «عندما نستعيد في أذهاننا صورة ذلك العمران الهندسي البديع والطريقة التي أُنشأت بها تلك المباني واختيار أمكنتها فلا بد أن ندرك أن أموالاً كثيرة قد أنفقت في هذا المشروع. وقد توالى تدفق الأَموال لفترة طويلة من الزمن بعد الانتهاء من بنيانها. وإِنني أظن، وهذا مجرد ظن لا أَكثر، أن القنبلة وانتهاء الحرب هما اللذان جعلا هذا المشروع يدوم طوال تلك المدة التي عاشها. وفيه كان علماء الفيزياء أقرب الناس إِلىٰ الله».

5

مفاعل تريغا النووي

أطلق مشروع أوريون رسمياً في عام 1958 لكن طاقم العلماء الذين جُنّدوا للعمل به كانوا في أتم جاهزية له منذ العام 1956. وعندما أعطى جون جي هوبكنز John Jay Hopkins الضوء الأخضر إلىٰ شركة جنرال أتوميك لم ينتظر فريدريك دي هوفمان ليكتمل بناء الأبنية المخصّصة للمشروع بل شرع في العمل علىٰ الفور متخذاً مقراً لنفسه حجرة داخل أحد فروع الشركة الأم جنرال داينامكس واسمه شركة سترومبرغ كارلسون Stromberg - Carlson Division الواقعة في شارع هانكوك Hancock في وسط مدينة سان دييغو، قرب ما هو معروف الآن باسم ميدان لندبرغ. لقد باشر دي هوفمان العمل دون مخابر ودون ملاعب رياضية، وإنما مع الأفراد الذين اختارهم ومن أجل التوصّل إلىٰ أفكار جديدة. في شهر كانون الثاني/ يناير من عام 1956 قامت شركة دي هوفمان الجديدة باستئجار مبنى مدرسة قديمة مهجور، لا يشغله أحد منذ أن أغلق المشروع السكني المعروف باسم Frontier الذي وفّر السكن والإقامة لعمّال الطائرات إبان الحرب، حيث أقدم الجيش الأمريكي وأوبنهايمر في عام 1943 علىٰ مصادرة مدرسة مزرعة لوس ألاموس لإيواء طلائع علماء الفيزياء الذين جاؤوا للعمل في صنع القنبلة الذرّيّة. وبعد ثلاث عشرة سنة من ذلك التاريخ استدعى دي هوفمان عدداً لا بأس به من هؤلاء العلماء وزملاءهم

الأصغر سناً ليلتقوا جميعاً في صيف عام 1956 في مدرسة شارع برنارد.

كانت لويز آيلز Lois Iles ـ سكرتيرة القسم النظري أول من استهدفهم دي هوفمان من العاملين في لوس ألاموس. يروي هاريس ماير تلك القصَّة فيقول: «كان ذلك عندما غضب كارسون مارك أشد الغضب فانفجر قائلاً له «يمكنك أن تأخذ من عندي تيد تايلور، ويمكنك أن تأخذ كل العلماء الذين لدي، لكنني لن أعطيك لويز آيلز!»» والواقع أن لويز لم تكن راغبة في العمل تحت إِمرة دي هوفمان مباشرة، إِلاَّ أنها وافقت علىٰ المجيء إِلىٰ سان دييغو إِذا كان ثمة شخص غيره تتعاون معه. وقد كان ذلك. يقول إِد كروتز Ed Creutz: «ثم استدعاني فريد للعمل في المشروع، وجاءت لويز لتعمل معي. وكنت ولويز في السنة الأُولى نشكِّل دائرة شؤون العاملين. وفي صيف عام 1956 كانت بمفردها تنجز كافة الترتيبات اللازمة لاستقبال الزوَّار والمستشارين. أعتقد أنني وهي، وظَّفنا ما لا يقل عن مائة موظف دون مساعدة من أحد». وبقيت لويز تعمل في مشروع أوريون حتى انتهائه، وكان عملها كما يصفه تيد «كان أمامها الكثير جداً من الأَعمال، وكانت تنجز كل شيء بسرعة تدعو للإِعجاب».

في الثامن والعشرين من شهر شباط/ فبراير عام 1956 جاء دي هوفمان إِلىٰ سان دييغو وبصحبته ف. و. سمبسون F. W. Simpson الذي كان حينذاك قيّم المكتبة الفنِّيَّة لهيئة الطاقة الذرِّيَّة في واشنطن العاصمة. يحدِّثنا سمبسون عن وصوله إِلىٰ سان دييغو فيقول: «قضى فريد معي سحابة يومين تقريباً، ومعنا سائق أخذنا بجولة في أنحاء المدينة. وذهبنا أيضاً إِلىٰ تلك المدرسة الصغيرة ذات البناء أحمر اللون، وقد ملأ الغبار وخيوط العنكبوت كل زواياها. لقد بدت في منظر كئيب لا يطاق. ولكن ما أن انقضى شهر نيسان/ أبريل حتى تم تنظيف هذا البناء وقد طُلي بطلاء جديد، وعاد إِليه بريقه الذي افتقده منذ سنين. وفي فناء المدرسة وُضعت مقاعد النزهات وغُرست أشجار النخيل الباسقة وزُرعت النباتات المعترشة التي جِيء بها من المشاتل الزراعية حيث كانت في

الأصيص تنتظر من يأتي ليضعها في مكانها الدائم. وقال فريدي لذاك الفتى المسؤول عن العناية بالحدائق «أريد وروداً وأزهاراً، فأتني بالكثير منها. عندما يفكِّر الناس بكاليفورنيا، يتذكّرون الزهور والورود»». أما تعليمات دي هوفمان إلىٰ سيمبسون الذي كان من أوائل من قدموا للعمل في جنرال أتوميك فهي أن يطلب ما يشاء من الكتب والمجلات ليكون لدى العلماء مكتبة عمل إلىٰ جانب النبات المعترش عندما يأتون. وهكذا كان.

خلافاً لما كان مألوفاً عن لوس ألاموس من كثرة سيارات الجيب والثكنات العسكرية، كان دي هوفمان يصرّ دوماً علىٰ أن يكون سكن الموظفين ووسيلة انتقالهم من الطراز الأول. يصف ذلك رالف شتال فيقول: «أول صيف لنا في هذا المكان كان رائعاً جداً. وأول ما فعله دي هوفمان استعداداً لقدوم الصيف أن أَمر بتأسيس تجمّع للسيارات. كانت سيارات فارهة وسائقوها في غاية اللطف والظرف». ذات يوم أراد فريمان أن يشاهد الصحراء، فذكر ذلك للسائق المكلّف بقيادة سيارته وقد كان هذا السائق «بصدد شراء قطعة أرض في إل كاجون El Cajon، حيث كان الوقت مناسباً جداً لذلك إذ أنه لا يريد أن يقضي بقية عمره سائقاً» وقضى هذا السائق نهار الأَحد بطوله في جولة بصحراء كاليفورنيا كما كانت رغبة فريمان. وأما عن السكن فيقول جوني شتال Johnny Stahl الذي كان يعمل في قسم كتابة الاختزال: «كان دي هوفمان يستأجر أَجمل المنازل لضيوفه كلهم. لم يكن هؤلاء الضيوف يتقاضون أجراً، لكنهم كانوا يقيمون في أجمل المنازل ولديهم أشياء ممتعة يقومون بها في فصل الصيف». يذكر جوني أنه كان يقضي نهاره بفك رموز لهجة تيللر الهنغارية وفي الليل يلعب لعبة فوازير الكلمات Scrabble «وكنت أغلبهم جميعاً فقد كنت بارعاً في هذه اللعبة. هذا ما أَذكره عن ذلك الصيف. كنت أَغلب هؤلاء العلماء الأَذكياء في لعبة فوازير الكلمات». كما قال.

ويحكي دي هوفمان حكاية تلك الأَيام الأولى من حياة الشركة فيقول:

«لم نكن، نحن الذين أسَّسنا شركة جنرال أتوميك، نعرف معنى لساعات العمل. لم يرد في مفرداتنا ساعات دوام من التاسعة إِلىٰ الخامسة». كان إِد كروتز، مدير المخبر الذي لم يكن قد ظهر إِلىٰ حيِّز الوجود بعد، يساعد في ترتيب موائد طعام الغداء في باحة المدرسة. ويقول في وصف ذلك: «كنا نضع اللوح الأَسود علىٰ هذه الطاولات، وإِلىٰ جانبه الطباشير والممحاة، نقصد بذلك أن نواصل تفكيرنا أثناء تناول الطعام». إِذن علىٰ هذا النحو عادت الحياة إِلىٰ تلك المدرسة. لكن برايان دان يضيف شيئاً يذكره عن تلك المدرسة فيقول: «كانت صنابير مياه الشرب علىٰ ارتفاع منخفض لتتناسب مع الأَطفال، وكذلك كانت السبورات. فقد كانت ورشة عملنا هذه مدرسة حضانة، لهذا كانت الأَدراج قريبة جداً من أرض الغرفة». كان برايان زميلاً لتيد من أيام الدراسة وشاركه حجرة النوم عندما عملا معاً في مشروع Caltech، وجاء للعمل في هذه الشركة ويشارك تلك الفئة من العلماء في هذه المدرسة.

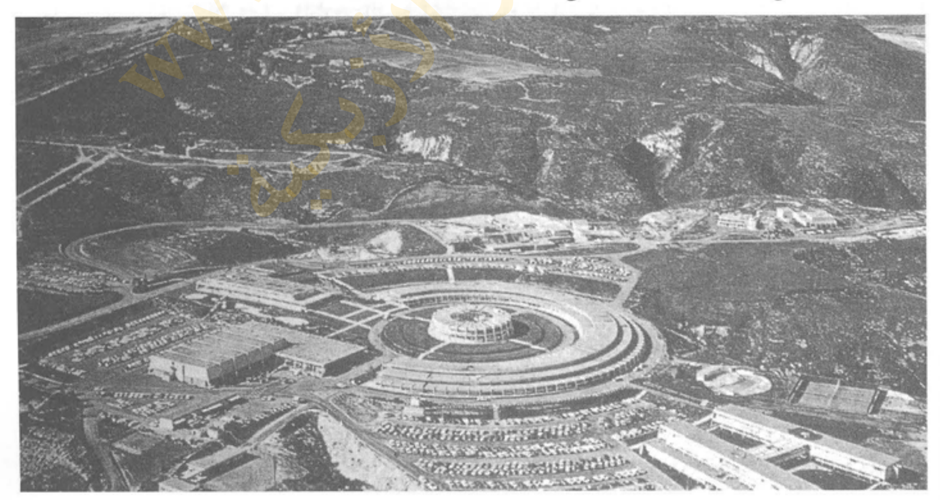
أَمّا المشاركون في ورشة العمل هذه في صيف ذلك العام فكانوا من المشهورين من أَمثال إِدوار تيللر وهانز بيثه ومارشال روزنبلوث، إضافة إِلىٰ علماء كانوا يعملون في مشروع مانهاتن مثل عالِم الكيمياء النووية بوب دوفيلد Bob Duffield الذي كان له دور داعم في تطوير القنبلة الذرِّيَّة، حيث يصف برايان دان Dunne هذا الدور فيقول: «البلوتونيوم ـ هذا العنصر الساخن الذي يكون في حالة انحلال إِشعاعي علىٰ الدوام. صنعوا تلك القطعة الصغيرة جداً منه، وكانت باهظة الثمن جداً حتى أنهم لم يجرؤوا علىٰ إِرسالها إِلىٰ لوس ألاموس بالطائرة، ولم يجرؤ أحد علىٰ التفكير بإِرسالها بالقطار. وأخذوا يفكِّرون بطريقة تُعد الأكثر أماناً ووثوقية فاختاروا بوب دوفيلد ليجيء بها إِلىٰ هناك شخصياً يقود سيارته القديمة طراز أولدزموبيل». وعندما قرَّرت شركة جنرال أتوميك إِرسال النموذج الأولي لمفاعل نووي إِلىٰ المؤتمر الثاني للاستخدامات السلمية للطاقة الذرِّيَّة الذي انعقد في جنيف في شهر أيلول/

سبتمبر عام 1958، كان بوب دوفيلد هو الذي أوصله إِلىٰ هناك بحالة سليمة وجاهز للعمل وفي الوقت المحدد دون تأخير.

وبحلول عام 1956 كبرت تلك القطعة الصغيرة جداً من البلوتونيوم التي لا يزيد وزنها عن بضعة أجزاء من مليون جزء من الغرام والتي تم إِنتاجها في شيكاغو في شهر تشرين الثاني/ نوفمبر عام 1943 وغدت صناعة كبرى لا يعرف حجمها إِلاَّ القليلون جداً من الناس من أَمثال دي هوفمان حيث كان القسم الأَعظم من مكنوناتها لا يزال محجوباً عن أَعين الناس. والعمليات الضخمة ذات المستويات الصناعية الكبرى مثل هانفورد Hanford في ولاية واشنطن وأوك ردج Oak Ridge بولاية تينيسي Tennessee التي نشأت أثناء مشروع مانهاتن قد وسعت أنشطتها وزادت إِنتاجها بعد الحرب وأَخذت تغذِّي ترسانات الأَسلحة الأَمريكية وتزيد في أعداد التجارب النووية. وكان إِطلاق الغواصة الذرِّيَّة ناوتيلوس في عام 1955 فاتحة عهد إِنتاج الغواصات الذرِّيَّة والطائرات ذات المحرك النووي والسفن التي تمخر عباب البحر تحرِّكها قوة نووية. فكان من المتوقع أن تعقب ذلك مرحلة إِنتاج مركبات فضائيَّة تعمل بقوة دفع نووية. لكن كميات وتكاليف المادة النووية والاستطاعة الإِنتاجية لها كانت لا تزال معلومات سرِّيَّة وهذا ما أفضى إِلىٰ اقتصاد واسع غير منظور تتحكّم به هيئة الطاقة الذرِّيَّة. وكان واضحاً أَمام شركة جنرال داينامكس وغيرها أن محطات الطاقة النووية هي السبيل لربط ذلك الاقتصاد غير المنظور مع الاقتصاد المنظور من خلال النتائج المحقّقة للأرباح.

يقول فريمان الذي كان كغيره من زملائه يتوقع أن تسيطر الطاقة الذرِّيَّة علىٰ العالَم قبل انتهاء القرن: «كنا جميعاً نعرف ومنذ عام 1937 أن مصادر الفحم والنفط سوف تنضب قريباً». لذلك رأى في الدعوة التي تلقاها من دي هوفمان للقدوم إِلىٰ لاجولا فرصة ثمينة له لتكرار بعض تلك التحديات التقنية التي جرّبها سابقاً في لوس ألاموس ودون أي إِحساس بوخز الضمير جراء

مشروع القنبلة الذرِّيَّة آنذاك. وفي ذلك قال: «لقد كان صيفاً رائعاً. في الصباح يلقي هؤلاء الزملاء المحاضرات، وفي المساء تعقد جلسات مداولات مكثَّفة علّنا نطلع بأَفكار جديدة. لم يسبق لي أَن شاركت بعمل سار سيراً حسناً مثل هذا. كان فريدي قائد الأوركسترا. ولا يبدو عليه أن أحداً يضايقه، أَو أَنَّه يمارس سلطة علىٰ الآخرين. لكنه بطريقة أَو بأُخرىٰ يجعل الأُمور تأَخذ مجراها وهو حاضر دوماً إذا احتاج أحد إِليه». كان فريمان آنذاك يقطن في شقة سكنية تقع في الطرف الأدنى من شارع ناوتيلوس Nautilus لا تبعد أَكثر من كتلة بناء واحدة عن شاطئ ويندانسي Windansea الساحر حيث يمارس هواة رياضة ركوب الموجة هوايتهم. كانت المرحلة الأولى في عملنا هذا تقرير نوع المفاعلات النووية التي ينبغي لهذه المجموعة أن تصمّم. وبحسب رواية تيد، كان إِدوارد تيللر أول من نهض ليتكلم، فقال: «إِن ما يريده العالَم مفاعل نووي تتوفّر فيه شروط السلامة». وبحيث يصمد ليس فقط إِذا استخدمه قليلو المعرفة، وإِنما أَيضاً إِذا تعامل معه حاملو شهادة الدكتوراه. وكما يقول فريمان فإِن شروط السَّلامة الواجب توفرها «يجب أن تضمنها قوانين الطبيعة، وليس فقط التفاصيل الهندسية للمفاعل».



منظر من الجو لمباني شركة جنرال أتوميك ـ 1964

وفي روايته لما كان يدور في تلك الجلسات يقول دي هوفمان «عقدنا اجتماعاً في منزلي عصر ذلك اليوم، امتد حتى وقت متأخِّر من الليل وقرَّرنا أن نحسم أَمرنا بخصوص المنتج النووي المطلوب. وكان إِحساس الجميع بأن مفاعلاً نووياً خاصاً بالبحوث تتوفّر فيه أَعلىٰ شروط السلامة هو المشروع النهائي، وأننا نستطيع التعامل معه مباشرة وننجزه، وكان اثنان من أَصغر الأَعضاء سناً في هذه المجموعة، وهما فريمان دايسون وتيد تيللر، الأَكثر إِلهاماً في تلك الليلة واخترعا المفاعل هيدريد الزركونيوم يورانيوم». وسجل الاختراع باسم فريمان دايسون وتيد تيللر وآندرو ماك رينولدز، الذين باعوا حق الاختراع، كما تقضي العادة، إِلىٰ شركة جنرال أتوميك لقاء دولاراً واحداً لكل منهم. وكانت هذه الدولارات الثلاثة أفضل مبلغ أنفقته هذه الشركة. وقد عرف هذا المفاعل باسم تريغا TRIGA، اختصاراً للكلمات Training (تدريب)، Research (بحوث)، Isotopes (نظائر)، General Atomic (اسم الشركة جنرال أتوميك). وتم تركيب خمسة وستين مفاعلاً منها في القارات الخمس، حيث كان هذا الصنف من المفاعلات الأَكثر مبيعاً في العالَم. وكان الصنف الوحيد الذي أعطى مردوداً ربحياً طوال أَربعين عاماً، ذلك أَنه ينتج كل شيء ابتداء من النظائر الخاصة لاستعمالات المشافي وحتى النبضات العالية بقوة 2000 ميغا واط لأجل البحوث العلمية.

يتم التحكّم عادة بمعظم المفاعلات النووية بواسطة أَذرع تحكّم مكوّنة من مادة تمتص النيوترونات تدس في نواة قابلة للانشطار ذات تفاعل متسلسل. وأَذرع التحكّم هذه هي التي تصنع الفرق بين الكتلة الحرجة التي تشكِّل المفاعل والكتلة الحرجة لقنبلة ذرِّيَّة فاشلة. وزيادة في الإِيضاح يقول فريمان: «النتيجة الحتمية للسحب المفاجئ لأذرع التحكّم حادث كارثي في معظم الحالات، بما في ذلك موت ذاك الغبي الذي يسحبها». وحادث كهذا شبيه إِلىٰ حد بعيد بالحادث الذي وقع في لوس ألاموس عندما انزلقت لبنة عاكسة للنيوترون من يد

هاري داغليان، أَو لما يمكن أن يحصل فيما لو طرأ خلل في جهاز دراغون Dragon ذي الكتلة فوق الحرجة. غير أن المفاعلات النووية تحتوي آليات أمان متطوّرة تضمن عدم سحب أَذرع التحكّم هذه بصورة مفاجئة. ولم تكن هذه الوسائل كافية برأي تيللر الذي قرَّر، كما يروي فريمان، أن ثمة حاجة لتصميم مفاعل يتضمن شروطاً للسَّلامة، ويكون «آمناً حتى بين يدي غبي يظن نفسه ذكياً بما يكفي ليتجاوز نظام السيطرة كله ويفجّر أَذرع التحكم بالديناميت». وأَخذ تيللر يدفع باتجاه تصميم مفاعل تتوفَّر فيه الشروط القصوى للسلامة بحماس شديد لا يقل عن الحماس الذي به كان يدفع باتجاه صنع القنبلة الهيدروجينية. يقول فريمان في وصفه لقدراته: «كانت بعض أَفكاره فائقة الذكاء، وبعضها الآخر عملياً، لكن قليلاً منها كان فائق الذكاء وعملياً بآن معاً. وقد توافق حدسه مع حساباتي الرياضية في سبيل تصميم مفاعل يلبِّي شروط السَّلامة مثلما توافق حدس ديك فينمان Dick Feynman سابقاً مع حسابي الرياضي في فهم الإِلكترون».

وقد تطلب صنع المفاعل تريغا TRIGA وجود مفاعل سلبي فوري لدرجة الحرارة، وهذا يعني حالما تبدأ نواة المفاعل بالتسخّن وترتفع درجة حرارتها ينخفض معدل الانشطار فوراً. فالمبدأ الفيزيائي الرئيسي ينص علىٰ الأَثر الساخن للنيوترون، أي أن النيوترونات هي **الأَقل احتمالاً** لتوليد الانشطار عندما ترتفع درجة حرارتها. والمفاعلات التقليدية تحقِّق هذا العامل السلبي لدرجة الحرارة من خلال إِحاطة عناصر الوقود بمادة مهدّئة لنيوترونات مثل الماء الذي يرفع درجة حرارة النيوترونات عندما يسخن. لذلك إِذا سحبت أَذرع التحكّم بصورة مفاجئة لا يتاح الوقت الكافي لهذا المهدئ الخارجي ليقوم بعمله ويحدث الأَثر المقصود قبل أن ترتفع حرارة النواة وتنصهر. ولو أمكن وضع مهدّئ مؤثِّر وفعَّال مثل الهيدروجين **داخل** الوقود فإِن ازدياد سخونة النيوترونات تكون فورية. ومن هنا جاء مخترعو مفاعل تريغا بنظرية مفادها أن هيدريد

الزركونيوم يفي بهذا الغرض لا سيما وأن ذرات الهيدروجين تترابط ضمن شبكة رباعية من الزركونيوم ـ وهذه الشبكة ذات مقطع عرضاني يعتبر الأَدنى قيمة في المادة البنيوية من حيث التقاط النيوترونات ـ مما يجعل مستويات طاقة الكم لذرات الهيدروجين المتباعدة عن بعضها بالتساوي تزيد من التأثير الساخن للنيوترونات. وفي الحال طوَّر عالِم المعادن الإِيراني مسعود سيمناد Massoud Simnad خليطة من هيدريد اليورانيوم وهيدريد الزركونيوم حقَّقت آمال أصحاب هذه النظرية. وهكذا عملت عناصر الوقود المستخدم في كافة النسخ التي أنتجت للمفاعل تريغا لأَكثر من أَربعين عاماً.

لقد ترجمت نظرية النيوترون الساخن إِلىٰ مفاعل نووي يعمل بشكل جيد وسليم وبدأت عندئذ تتشكَّل أُسس مشروع أوريون. وكما حصل في لوس ألاموس أَخذت الحواجز الفاصلة بين أَصحاب النظريات والمهندسين أصحاب التصاميم تنهار تدريجياً فسارت الأُمور جميعاً سيرها الحسن والسريع نتيجة لذلك. فقد جاء في رسالة بعث بها فريمان إِلىٰ والديه في شهر آب/ أغسطس من عام 1956: «إِنني أسلّي نفسي بمفاعلات اليورانيوم وأجد في التفكير فيها متعة تستولي علىٰ كياني كله. ربما يكون هذا الصيف نقطة انعطاف في حياتي، ذلك أَنني أَجد العمل في الطاقة الذرِّيَّة أمراً ملائماً لطبيعتي، ليس هذا فحسب، بل إِنني أجد نفسي بارعاً فيه. قد تكون موهبتي الحقيقية بعيدة عن العلوم البحتة، ولعلها تكمن في التطوير العملي لهذه العلوم. كذلك حال والدي الذي لا يمكنه أن يؤلِّف الموسيقا وهو في برجه العاجي وإِنما يفعل ذلك دوماً في إِطار مجموعة معينة من الأَشخاص الذين سيعزفونها». والواقع أن بعض العلماء من أَمثال ستانلي كوتز Stanley Koutz وبيتر فورتسكيو Peter Fortescue وبرايان دان Brian Dunne وروبرت دوفيلد Robert Duffield ورالف شتال Ralph Stahl وغيرهم من العلماء التجريبيين والفنِّيين والمهندسين هم الذين ترجموا نظرية النيوترونات الساخنة إِلىٰ مفاعل نووي يعمل بشكل جيد في أَقل من عامين.

وفي هذا يقول دان: «كان البحث الذي أَعدَّه فريمان حول نظرية النيوترونات الساخنة شبيهاً بالمسودة الأولى لمعلومات يضعها المرء في طلب الحصول علىٰ براءة اختراع، إِذ تتضمن تخمينات حول القيمة الإِجمالية لليورانيوم U-238 واليورانيوم U-235 والزركونيوم والهيدروجين. وكان توصيفاً لمفاعل قابل للعمل بصورة ناجحة. كنت جاهداً في البحث عن مفاعل كهذا وإِذا هو موجود حقاً، وكان كل شيء واضحاً».

وضع النموذج الأَول لمفاعل تريغا النووي موضع التشغيل في شهر أيار/ مايو عام 1958. وما أَن جاء شهر أيلول/ سبتمبر وعُرض هذا المفاعل في جنيف حتى انهالت طلبات شرائه. يحدِّثنا برايان دان عن النجاح منقطع النظير الذي حقَّقه المفاعل فيقول: «كان المفاعل تريغا أَعظم ما عُرض في هذا المعرض، استحوذ علىٰ إِعجاب الجميع، وكل واحد يريد أن يرى الضوء الأَزرق. وكان إِقدام الناس علىٰ شرائه شبيهاً بإِقدامهم علىٰ شراء الكعك الساخن. ولولا إِذ كان هذا المفاعل علىٰ قضبان سكة الحديد ويُباع بسرعة مذهلة فإِن شيئاً من المعروضات الأُخرىٰ لم يحقِّق مبيعات سهلة مثله». وهكذا، نجد أن المفاعل تريغا هو الذي رفع مصداقية شركة جنرال أتوميك لدى أَعلىٰ المستويات، ثم كان مشروع أوريون ثاني المشاريع التي نفَّذتها هذه الشركة. وكما يقول إِد كروتز: «ذاك هو الفتى الذي اخترع المفاعل تريغا والآن لديه فكرة هامة جداً ورائعة».

في شهر حزيران/ يونيو عام 1959 جاء دي هوفمان بالعالِم الفذّ نيلز بوهر Niels Bohr لتدشين مخبر جديد لشركة جنرال أتوميك في منطقة توري باينز، والمعروف أن بوهر هو الذي حاول جاهداً أن يشرك تشرشل وروزفلت وستالين في حوار مشترك حول الأَسلحة الذرِّيَّة وإِليه يعود الفضل في طرح فكرة انعقاد مؤتمر جنيف حول الاستخدامات السلمية للطاقة الذرِّيَّة عام 1955. وقد أَعقب مراسم الاحتفال عرض توضيحي للمفاعل تريغا وتجربة نظام الأمان والسَّلامة

فيه. يصف فريمان تلك التجربة فيقول: «ضغط نيلز بوهر زر التشغيل فانبعث صوت يشبه الهسيس المخنوق سببه الانطلاق المفاجئ للهواء المضغوط المستخدم لسحب أَذرع التحكّم بسرعة عالية من نواة المفاعل تريغا، فقفز المؤشر لمتوضع علىٰ قرص التدريج الذي يوضح مقادير الطاقة الناتجة إِلىٰ الرقم 1500 ميغا واط، ثم تراجع سريعاً إِلىٰ نصف ميغا واط. بعد انتهاء مراسم الاحتفال ذهبنا جميعاً لنرى النتيجة فوجدناه في حالة سكون رابضاً في قاع تلك البركة من مياه التبريد. هذا هو علىٰ حاله، يكاد المرء لا يصدق! كيف يصدق المرء أن الطبيعة تأخذ في اعتبارها كل تلك الحسابات والحجج النظرية التي قاتلنا جميعاً لنتوصل إِليها قبل ثلاث سنوات في تلك المدرسة؟ ولكن هذا هو البرهان العملي، لقد نجحت نظرية النيوترونات الساخنة».

بوهر، الذي «يهوى الأَلعاب عالية التقنية والنقيض لأوبنهايمر» كما يصفه فريمان، أَراد أن يعرف ماذا سيقدِّم تيدو وفريمان بعد ذلك. يقول تيد: «لم نشأ أن نخبره بأية تفاصيل عن المشروع، سيما وأَنَّه مواطن دانمركي وليس به حاجة لأَن يعرف. لكنه في غضون سويعات قليلة، وكما يبدو من حيث الظاهر من تلقاء نفسه قرَّر أن المشروع معقول». في تلك الليلة وفي ساعة متأخرة منها حيث كنا جلوساً حول طاولة زجاجية إِلىٰ جانب بركة السباحة في فندق ديل شاو Del Charro وجَّه بوهر كلامه إِلىٰ تيد ومارشال روزنبلوث قائلاً إِنَّه «يبحث عن جهد مثير حقاً ينشأ في الولايات المتحدة ونستطيع أن نذهب به إِلىٰ السوفيات ونقول لهم اُنظروا ماذا لدينا، فتعالوا ننفِّذه سوية». وما فتئ بوهر يدافع عنه، ويناديْ، ببرنامج دولي لمشروع أوريون حتى وافته المنية في عام 1962، وكان من خلال دفاعه هذا يبعث برسائل شديدة القوة إِلىٰ دي هوفمان وغيره ويعشّم تيد بأَمل وحيد هو «أن العلم الذي سوف يرفع في كل مكان تتوقف فيه مركبة أوريون وهي حاملة أَشخاصاً إِليه سوف يكون علم الأَمم المتحدة».

في الثالث من تموز/ يوليو، وقبل أن يغادر لا جولا ذهب بوهر بصحبة فريمان في نزهة مسائية إِلىٰ سواحل لا جولا، وكما جاء في مذكرات فريمان: «تحدَّث معي وحدي لمدة نصف ساعة ونحن نسير جيئة وذهاباً علىٰ الشاطئ. وقد أبدى تفهّماً وحماساً للمركبة الفضائيَّة التي نحد بصددها وكان يفكر بها وكأَنها شيء يستطيع المرء أن يحاول المساومة عليه مرة أُخرىٰ مع روسيا. كانت تجربة تقض مضجعه، وهو يتحدَّث عنها يدنيها تارة من حديثه ويبعدها تارة أُخرىٰ ثم يعود إِليها تارة ثالثة ويخبو صوته حتى لا يكاد يُسمع، وفي كل مرة تأتي موجة تتكسَّر علىٰ الصخور فيضيع ما كان يقوله ويذهب أدراج الرياح».

6

الكتلة الحرجة

ولد تيودور ب. تايلور في مدينة مكسيكو عاصمة المكسيك عام 1925 لأبوين أَمريكيين. والدته ابنة أحد المبشرين من أتباع مذهب Congregational، واصلت تحصيلها العلمي حتى نالت درجة الدكتوراه في الأَدب المكسيكي، وكان والده الأَمين العام لجمعية الشبان المسيحيين YMCA. كان تيد في الثانية من عمره عندما وصل تشارلز لندبرغ إِلىٰ مدينة مكسيكو عام 1927 بعد أن قطع أول رحلة بالطائرة عبر الأطلسي، وقد حمله والده بين ذراعيه عندما ذهب ضمن وفد تجمّع علىٰ أَرض المطار احتفاءاً بوصول لندبرغ، وكأَنَّه وهو في هذه السن يبشِّر بالدعم الذي أولاه لندبرغ لمشروع أوريون عام 1961 حين كان عضواً في اللجنة الاستشارية لبحوث الفضاء التابعة للقوى الجوية. والواقع أن عدداً قليلاً جداً من العائلات تدين بسعادتها إِلىٰ التوراة وبخاصة العهد القديم، مثلما أَحسَّت عائلة تيد، الذي روى تلك القصَّة إِذ يقول: «أَشرف جدي علىٰ بناء كنيسة لطائفة Congregational في وسط مدينة غوادالاجارا Guadalajara، وهي لا تزال موجودة حتى هذا اليوم. وذات يوم وبينا هو يلقي موعظة في تلك الكنيسة الصغيرة تقدّم شاب مكسيكي مسرعاً نحو المنبر حاملاً بيده سكيناً كبيرة طويلة النصل وهجم عليه يريد طعنه في صدره، وبصورة تلقائية رفع جدي الكتاب المقدس الضخم اتقاءاً للطعن فاخترقته السكين من سفر التكوين حتى توقفت عند نهاية سفر اللاويين».

تلقَّى تيد علومه في المدرسة الأَمريكية في مدينة مكسيكو حتى تخرَّج منها عام 1941 وهو في الخامسة عشرة من عمره. غير أن مواهبه التي برزت في المستقبل بدأت تتشكَّل من خلال نشاطه خارج المدرسة. حيث يتحدَّث عن نفسه قائلاً: «جذبتني الانفجارات إِليها منذ البداية. كنت في السابعة أَو الثامنة من عمري عندما تلقيت هدية مجموعة أدوات كيميائية، وسرعان ما تحولت هذه المجموعة في يدي إِلىٰ مخبر صغير أصنع فيه بعض المتفجرات، لكن والدتي فرضت قيوداً علىٰ عملي ومنعتني من محاولة صنع مادة النيتروغليسرين مهما تكن الظروف. وقد التزمت بهذا الشرط. واقتصر عملي علىٰ حمض البيكريك ويوديد النيتروجين وغيرهما. فتنتني المتفجرات منذ نعومة أظفاري، ولا أَزال أَجد فيها متعة. أحب أن أشاهدها، وأن أكون سبباً في وقوعها وأن أدعها تنفجر. لكنني لا أجد أية جاذبية في الأَضرار الناجمة عنها. إِنَّه فقط فعل التفجير ذاته الذي يجذبني. كنت في بعض الأَحيان أَملأ كيساً صغيراً بمادة كلورات البوتاسيوم ومادة الكبريت ثم أضعه علىٰ قضبان سبكة حديد الحافلة الكهربائية في مدينة مكسيكو. يحصل انفجار ولا يصاب أحد بأَذى». وهكذا بدأ يتشكَّل مستقبل تيد قائداً لمشروع أوريون. حيث يقول: «كنت أَكره التسكع وإِضاعة الوقت. أحب العمل والمثابرة فيه لأصل إِلىٰ منتهاه. لو وضعت مفرقعة ذات شكل كروي أحمر تحت برميل سعته 50 غالوناً فإِنها تنطلق للأَعلى حتى ارتفاع خمسة عشر قدماً».

لم تظهر علىٰ تيد أية اهتمامات بعلم الفيزياء سوى بعض الفهم الحدسي للاستطارة المرنة [انحراف الجزيئات أَو موجات الطاقة المتحرِّكة نتيجة تصادمها مع جزيئات متحرِّكة أُخرىٰ]، أَو التفاعلات المتسلسلة أَو انعكاس موجة الصدمة من مشاهداته وممارساته للعب البلياردو خارج أوقات المدرسة، حيث كان يلتقي مع ثلاثة أَو أربعة من زملائه في المدرسة ممن «أرخى لهم أهلوهم الحبل» عند الساعة الواحدة بعد خروجهم من المدرسة ويذهبون لقضاء بعض الوقت

في صالة مجاورة للعب الشطرنج والبلياردو. ويروي لنا تيد حكايته عن تلك المناسبات فيقول: «كان ثمة أماكن أُخرىٰ ليست قريبة إِلىٰ المدرسة حيث كرات البلياردو كروية حقاً وطاولات اللعب ثقيلة جداً فيكون ارتداد الكرات في غاية الروعة. وقد وجدنا أن ثمة درجات متفاوتة من الدقَّة تستطيع بها أن تحقِّق رمية ممتازة حيث أن ذلك يعتمد علىٰ ثقل الطاولة واستوائها وقساوتها».

أنهى تيد علومه في المدرسة الثانوية بمدينة مكسيكو، لكنه كان أصغر سناً من أن يقبل في جامعات الولايات المتحدة، فالتحق بأكاديمية إِكزتر Exeter بولاية نيو هامبشاير حيث قضى سنة واحدة. تولد لديه اهتمام، بل ولع، في الفيزياء من دروس تلقاها علىٰ يد أستاذه السيد ليتل Mr Little، حيث يقول: «كنت أقضي وقتي كله أعمل في تجربة ميليكان Millikan لتقطر الزيت محاولاً أن أجد طريقة لخفض عدد الإِلكترونات التي يمكن عزلها من كل قطرة، بحيث يصل هذا العدد إِلىٰ ما يقرب من الواحد. وقد استولت هذه التجربة علىٰ كل اهتماماتي، فلم أفعل شيئاً آخر سواها». وقد حصل بالنتيجة علىٰ معدل درجات (D).

في عام 1942 وبعد دراسة سنة واحدة في إِكزتر التحق تيد بكلية كالتيك Caltech بعد أن انضم إِلىٰ برنامج V-12 التابع للبحرية الذي يلزم الطلبة بمتابعة التعليم العالي وتدفع لهم الرواتب أثناء دراستهم. يقول تيد في حديثه عن انضمامه للبحرية: «أجريت قرعة، فقذفت قطعة نقد في الهواء وقلت في نفسي أحد وجهي قطعة النقد هذه الجيش والوجه الآخر البحرية، وهكذا كان نصيبي البحرية، ولو كانت نتيجة هذه القرعة الجيش لذهبت إِلىٰ الجبهة خلال ستة شهور». تخرّج من تلك الكلية عام 1945 باختصاص الفيزياء، ثم التحق بمدرسة ضباط صف البحرية في فورت شويلر Fort Schuyler في نيويورك في شهر آب/ أغسطس، حيث سمع بخبر إِلقاء القنبلة الذرِّيَّة علىٰ هيروشيما. يتذكر ذلك اليوم فيقول: «أحسست بصدمة كبرى تهز كياني عندما سمعت

الخبر. ولم تكن لدي معرفة وثيقة بأي شيء بعيد عنها مثل مشروع مانهاتن وإِن كنت متخصِّصاً بالفيزياء». وهنا التفت إِليه زملاؤه جميعاً في مدرسة ضباط الصف يطلبون شرحاً عن القنبلة الذرِّيَّة. فقال «لم أستطع أن أقدم شيئاً يصدقونه، لكن أوليفر سيلفردج Oliver Selfridge، الذي لم يبدُ عليه ذلك النموذج لضابط الصف البحَّار، إِنما كان في الرياضيات ذكياً ألمعياً، وهو خريج معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، وقد درس شيئاً عن الانشطار النووي قبل أن تصبح معلومات كهذه طي الكتمان تحت عباءة مشروع مانهاتن، أمسى الخبير في الكتيبة فيما له علاقة بتلك الأَحداث المخيفة».

في عصر ذلك اليوم بعث تيد برسالة إِلىٰ والدته، يحدِّثنا عنها فيقول: «قلت لها إِنني لا أَعرف ماذا سيحدث لي، لكنني أَعرف شيئاً واحداً هو أنني لن أعمل في مجال الأَسلحة النووية. وإِذا بي بعد أربع سنوات من ذلك التاريخ أَعمل في هذا المجال، ليس هذا فحسب، بل كنت أَعمل فيها بحماس شديد. ثم تبين لي أنني بارع فيها». وبعد أن وضعت الحرب أوزارها، وانتهى التزامه بقضاء الخدمة الإِلزامية في البحرية، استقال في عام 1946 وعاد أدراجه إِلىٰ مدينة مكسيكو حيث قضى بعض الوقت قبل أن يلتحق بقسم الفيزياء في جامعة كاليفورنيا بيركلي ليتابع تحصيله العلمي والحصول علىٰ درجة الدكتوراه. عندما كان في الجامعة تقدّم مع اثنين من زملائه باقتراح يقضي بأن يقوم علماء الفيزياء في العالَم بإِضراب شامل احتجاجاً علىٰ الأَسلحة النووية. وحين أحسن أوبنهايمر بدنو الخطر جراء هذا الإِضراب أقنع تيد بإِتلاف مسودة هذا الاقتراح ونصحه بالامتناع عن ذكر هذا الموضوع ثانية.

تعاون تيد مع روبرت سيربر Robert Serber ووضعا معاً بحثاً مشتركاً حول بنية النواة، وحصل علىٰ عمل جزئي في مخبر الأشعة الواقع علىٰ تل قريب من بيركلي. ثم تزوج من كارو أرنيم Caro Arnim، وكوّن لنفسه أسرة وسارت الأمور علىٰ خير ما يرام، إِلىٰ أن أخفق في الامتحانات التمهيدية لدرجة

الدكتوراه، مرتين، وهذا ما لا يؤهله لهذه الدرجة العلمية. وفي هذا يقول: «لم أَكن أجد في نفسي اهتماماً بمادتي الميكانيك والحرارة، وأخفقت أيضاً في مادة الفيزياء الحديثة». لا أَحد في قسم الفيزياء يستطيع أن يغيِّر شيئاً في الأنظمة الجامعية «فتلاشت أحلامي بعيش رغيد مع زوجتي كارو وبضعة أطفال أجري علىٰ لقمة عيشي من تعليم الفيزياء في مكان محترم. وخلت نفسي لا أَملك المؤهلات للقيام بأي عمل، وبدا المستقبل أمامي قاتماً مكفهراً، لي ولأسرتي». غير أن روبرت سيربر، الذي ألقى أولى محاضراته حول كيفية صنع القنبلة الذرِّيَّة، كان قد أصدر (وبشكل سري) في شهر نيسان/ أبريل عام 1943 تقريراً بعنوان «كبسولة التفجير من لوس ألاموس The Los Alamos Primer» صنّف في ملف المعلومات السرِّيَّة برقم وثيقة (1)، اتصل بكارسون مارك في لوس ألاموس وأَشار عليه بأن يجد عملاً لتيد. وهكذا حصل هذا الأخير علىٰ وظيفة في لوس ألاموس وأتيح له العمل، بعد حصوله علىٰ الموافقة الأمنية، في «مسائل تتعلّق بنظرية انتشار النيوترون» في قسم العلوم النظرية براتب شهري قدره 375 دولاراً. يقول تيد «لم أعلم آنذاك إن كنت سوف أعمل في مجال الأَسلحة النووية، ولم أسأل عن ذلك».

وهكذا ارتحل تيد في شهر تشرين الثاني/ نوفمبر عام 1949 بسيارته البويك صنع عام 1941 إلىٰ لوس ألاموس وبصحبته زوجته كارو وابنتهما كلير ذات الأربعة أشهر. وطبقاً لروايته «لم تمض أربع وعشرون ساعة علىٰ وصولنا إلىٰ لوس ألاموس حتى وجدتني غارقاً حتى الأذنين في برنامج الأَسلحة النووية، وأقوم بعمل أقسمت قبل أربع سنين ألا أَعود إِليه». ومع أن قسم العلوم النظرية كان آنذاك علىٰ أهبة الاستعداد الكامل وفي حال استنفار قصوى لصنع القنبلة الكبرى Super، فقد عهد كارسون مارك إلىٰ تيد للعمل تحت إِشراف جاك سميث Jack Smith الذي كان سابقاً من الطلبة الذين درسوا علىٰ يد هانز بيثه، وكان منشغلاً في بحوث تتعلق بمجموعات أجزاء الانفجار الداخلي

لأجل القنابل الانشطارية التقليدية. يصف بدايات عمله فيقول: «وفي غضون أسبوع واحد كنت مشدوداً بقوة لرغبة تحضني علىٰ فهم ما يجري داخل تلك الكثافات العالية جداً من الطاقة البعيدة كل البعد عن مقاييس البشر. وكانت تصلني أكداس مكدسة من مطبوعات تخرج من كمبيوترات IBM تتضمَّن معلومات عن منظومات الانفجار الداخلي، وأسائل نفسي أية حقول في تلك الجداول تحكي عن الضغط وأيها للكثافة، وما إلىٰ ذلك. ووجدتني أطرح الأسئلة دون تردّد «لماذا نفعل هذا؟ وما السبب لفعل ذاك؟ ولماذا لا نأخذ قنبلة كاملة التجهيز ونذهب بها إلىٰ موقع التجربة في إِنويتوك Eniwetok» ـ إِذ لم يكن موقع التجارب في نيفادا قد أتيح لنا بعد ـ «ونجربها هناك دوماً؟ ولماذا لا نحاول معرفة الكثير عما يدور في داخلها بشكل خاص حيث لا تزال توجد شكوك حول طريقة تلافي الأَشياء؟» ومع قدوم شهر كانون الثاني/ يناير عام 1950 كنت قد أنجزت الكثير من الحسابات التي لم يقم أحد بإِجرائها من قبل وبكميات صغيرة جداً نسبياً من البلوتونيوم واليورانيوم المخصب في النواة».

بينما كان الآخرون منهمكين في عملهم لتطوير القنبلة الكبرى Super، كان تيد يكرِّس كل اهتمامه نحو القنابل الانشطارية. وفي غضون أربع سنوات حقَّق الكثير، فقد تضمنت تصميماته أكبر القنابل وأَصغرها وأَكثرها فاعلية. وأَحدها لا يزال حتى اليوم شاهداً علىٰ إِنجازه، ذلك هو القنبلة المعروفة باسم Super Oralloy Bomb SOB ذات المردود التفجيري بقوة 500 كيلو طن الذي تحقَّق في تجربة Ivy King في إِنويتوك بتاريخ 15 تشرين الثاني/ نوفمبر عام 1952. وعلىٰ أثر ذلك أُنتجت هذه القنبلة باسم الرأس الحربي Mark 18 الذي صنع منه نحو 90 رأساً توزعت في مختلف القواعد العسكرية. لكن الهدف الذي وضعه تيد نصب عينيه يتمثَّل في إِنتاج أَسلحة انشطارية ذات قوة عالية بحيث لا تنشأ حاجة للقنبلة الهيدروجينية. فذهب إِلىٰ وزارة الدفاع في البنتاغون في شهر تشرين الثاني/ نوفمبر عام 1950 حيث مكث زهاء أسبوعين يقضي معظم وقته هناك «يرسم دوائر في صور فوتوغرافية حول بايكل Baikul وحول

موسكو وغيرهما ليرى ما الذي يمكن أن تفعله قنبلة انشطارية بقوة 500 كيلو طن، وكثيراً ما شعر بخيبة أمل وإِحباط لأن قنبلة كهذه لم تمسح هذه المدن بكل ما فيها عن الوجود». ومن سخرية الأقدار أن هذا الرجل وجد نفسه بعد ستة وثلاثين عاماً من تاريخ هذه الزيارة يقف وسط الساحة الحمراء ويرجع بذاكرته إِلىٰ الوراء حين «وضعت إِبرة البيكار (الفرجار) في النقطة عينها حيث أقف وأرسم الدوائر لتحديد المسافات والأماكن التي ستتعرض لأضرار كبيرة جداً أَو متوسطة فيما لو أسقطت قنبلة بقوة 500 كيلو طن من ارتفاع عدة آلاف من الأَقدام فوق تلك النقطة». فقد كان تيد في ذلك الحين يشارك في تفكيك الأَسلحة التي عمل في تصميمها سابقاً. يصف مشاعره في تلك اللحظة حين وقف وسط الساحة الحمراء فيقول: «وعلىٰ نحو مفاجئ ذهب عني كل ذاك التفكير ورجعت إِلىٰ اللحظة الحاضرة، نظرت حولي فرأيت الآلاف من الأَشخاص وأمارات السعادة علىٰ وجوههم منهم من كان في حفلة زفاف، ومنهم من يمشي مسروراً يمتع ناظريه بما يرى من جمال واستولى عليّ إِحساس طاغٍ ينبهني إِلىٰ لا معقولية ما كنت أعمل قبل ستة وثلاثين عاماً».

بيد أن افتتان تيد بعمله في عام 1950 كان جامحاً لا تقيّده حدود. ويتحدَّث عن عمله فيقول: «كان لي ملء الحرية بأَن أعمل في النظام الذي أختاره من الأَسلحة. وإِنها حقاً لتجربة تبعث البهجة في النفس حين أنظر لأرى علىٰ الورق ومن الناحية النظرية ما يجري داخل شيء لا يزيد حجمه عن حجم كرة لعبة البيسبول ويحتوي قدراً من الطاقة يعادل الطاقة التي تمتلكها كومة من المواد المتفجرة تبلغ من الضخامة حجم البيت الأَبيض. ـ أي كل تلك الطاقة يضمها شيء بحجم قبضة اليد. لقد أخذ ذلك مني كل مأخذ وازددت حماساً له. إِنَّه شيء كبير، وكبير جداً، وبحاجة لعمل. وكنا ننجز ذلك وبكل سهولة مرتين في العام. وقد تمثل عملنا هذا في شيئين، أولهما رؤية هذه الأشياء تنفجر، فنقول «حسناً، لقد نجحنا» وثانيهما رؤية التفجير التالي لنتأكد أَنَّه أروع من الأول».

ولم ينج نشاط هذه الجماعة من عقبة البيروقراطية. يقول تيد: «خلال السنوات السبع التي قضيتها في المخبر لم أجد حاجة للمشاركة في أي عمل كتابي لتقديم اقتراح. ففي عقد الخمسينيَّات من هذا القرن إِذا تولدت لدى أحد في لوس ألاموس فكرة جديدة، فإِنَّه يذهب إِلىٰ حجرة بريستون هامر Preston Hammer ويطلب إِليه أن يدخلها في الكومبيوتر، وبعد ستة أَسابيع يحصل علىٰ النتيجة مطبوعة علىٰ الورق فيعرف ما إِذا كان تخمينه صحيحاً. وإِذا كانت النتيجة جيدة وتثير الاهتمام يذهب إِلىٰ كارسون مارك الذي يهوى اكتشاف خطأ ما. أَو ربما قول «تباً». عندئذ، يتوجه صاحب الفكرة عبر ممر علوي اختصاراً للمسافة إِلىٰ المخبر ليلتقي ماك دوغال MacDougall، رئيس قسم المتفجرات، الذي يقول «هذا شيء عظيم، سوف نضع هذه الفكرة في جدول أعمال اللجنة المختصة بشؤون الطاقة الانشطارية» وبعد أسبوع أَو أسبوعين ينعقد اجتماع لجنة الأَسلحة الانشطارية، وفي بعض الأحيان يجدون بعض الأخطاء في هذه الفكرة. وإِن لم يجدوا أي خطأ، يقولون حسناً سوف نضعها علىٰ اللائحة. لائحة ماذا؟ لائحة التجارب، إما في نيفادا، أو في إِنويتوك. وفي أَغلب الأحيان تنقضي سنة كاملة بين نشوء الفكرة والنتيجة الناجحة للتجربة». ولم يخل الأَمر من بعض المعاملات والأوراق، لكنها لم تكن بالحجم الكبير. «إِذ يتوجب علىٰ مدير المخبر نوريس برادبوري Norris Bradbury أن يحصل علىٰ موافقة واشنطن من أجل كل تجربة يراد إِجراؤها. لكنني أعتقد أن هذا إِجراء شكلي ليس أَكثر. إِذ أَنَّه غيقول لهم «لدينا شيء جديد جئنا به، هل تريدونه؟» ويكون جوابهم علىٰ الدوام «طبعاً نريده!»».

لم يكن السباق في سبيل وضع تصميم لقنابل أصغر حجماً وأَكثر ذكاءاً سباقاً ضد السوفيات وحسب، بل كان أيضاً سباقاً بين مخبرين متنافسين داخل الولايات المتحدة ذاتها. يصف موريس (مو) شارف Morris (Moe) Scharff ذلك التنافس فيقول: «كنت وتيد حين كان في لوس ألاموس متنافسين ودودين».

وموريس هذا عالِم فيزياء متخصِّص في الأَسلحة التحق بشركة جنرال أتوميك للعمل إِلىٰ جانب تيد في مشروع أوريون في عام 1959 «حين لم يكن ثمة الكثير من العمل ومتعة العمل في مخبر ليفرمور Livermore» وكان ذلك في فترة التوقف المؤقت للتجارب النووية بين عامي 1958 ـ 1961. ويمضي موريس قائلاً: «كنت في ليفرمور الند لتيد تايلور. هم يحاولون صنع قنابل أصغر حجماً وأَفضل أداءاً، ونحن نحاو صنع قنابل أصغر وأفضل من تلك التي يصنعونها». وكان معظم ما يصنعون ناجحاً. وعلىٰ النقيض من سلسلة الإِخفاقات التي تعرّضت لها صناعة الصواريخ، لم يكن ثمة أي إِخفاق في القنابل قبل وقوع التجربة النووية الثامنة عشرة في الولايات المتحدة. يذكر تيد أنه شاهد إِخفاقاً واحداً في تجربة إِحدى القنابل حملت اسم رودوينغ يوما Redwing Yuma التي أُجريت في إِنويتوك عام 1956 «والتي كادت تفجر القسم العلوي من البرج الحامل لها فتعالت أصوات هتافات انتصار منا نحن العاملين في لوس ألاموس فقد كانت القنبلة من صنع مخبر ليفرمور».

يقول فريمان: «كان القسم الأَعظم ممن يعملون في لوس ألاموس في أوائل عقد الخمسينيات ينفذون واحدة أَو أُخرىٰ من أفكار تيد. فكان من المحرج له آنذاك أن يظل في مرتبة وظيفية أدنى لأنه لا يحمل درجة علمية عالية». فمنح في عام 1953 إِجازة من عمله مدفوعة الأجر ليحصل علىٰ درجة الدكتوراه بإِشراف هانز بيثه Hans Bethe في جامعة كورنيل Cornell. لكن التصاميم التي وضعها ظلت تُنفَّذ وتُجرّب طوال مدة غيابه. ويذكر كم كان يمتعه أن يتلقى مكالمات هاتفية يكون الحديث خلالها بالألغاز، حين يسأله كارسون مارك مثلاً «كيف حال الدبور» فيجيب «عظيم». وقدم أطروحته لنيل شهادة الدكتوراه عام 1954، وكان موضوعها نموذج بصري للنويات، ثم تقدم للامتحان النهائي الشفهي. طلب إِليه بعد الامتحان الخروج من الغرفة ويعود بعد ساعة، ليسمع مارك كاك Mark Kac، وهو أحد ثلاثة هم أعضاء اللجنة

الفاحصة يقول له: «نخبرك الآن وقبل أن تقفز من النافذة أنك نجحت». وقد علّق بيثه Bethe علىٰ ذلك بصورة دبلوماسية قائلاً: «لم يكن أداء تيد في ذلك المستوى من الجودة التي قادتهم أطروحته ليتوقعوها منه».

بعد أن نال درجة الدكتوراه عاد تيد وزوجته وأطفاله الثلاثة إِلىٰ لوس ألاموس في شهر أيار/ مايو عام 1954 واستأنف نشاطه في تصميم القنابل، حيث يؤكد فريمان فيما قاله عام 1958: «يعود الفضل إِلىٰ تيد مباشرة في القسم الأعظم من أعمال تطوير القنابل صغيرة الحجم خلال السنوات الخمس المنصرمة». إِذ لم تكن التصميمات التي قدّمها تيد صغيرة الحجم فحسب، بل كانت أيضاً أَكثر قوة من السّابق. وقد عاون أيضاً في تطوير مبدأ التعزيز (أَو الضغط المعزّز لمزيج الاحتراق بالنسبة للضغط الجوي) الذي بات ميزة أساسية في الأَسلحة الأَمريكية ذات الطاقة الانشطارية. فقد رأى أن إِضافة بضعة غرامات من الديوتيروم والتريتيوم إِلىٰ نواة السلاح الانشطاري، وبالتالي شمعة احتراق صغيرة تعمل بطاقة الاندماج، تطلق تفجراً من النيوترونات عالي الطاقة في اللحظة المناسبة عينها، فتؤدي إِلىٰ تعزيز قوي الفاعلية والمردود. غير أن وجود مبدأ هذا التعزيز لمزيج الاحتراق ظل سراً لا يُذاع حتى عام 1972، في حين لم ترفع السريَّة عن استخدام الديوتيريوم والتريتيوم في حالتهما الغازية وفن هذا المبدأ حتى عام 1983. أما تيد فإِنَّه يعزو الفضل في نجاح هذه الفكرة إِلىٰ التشجيع الذي لقيه من كارسون مارك، حيث يقول: «كنت أعبث في وسط انفجارات داخلية، وكنت قد دنوت من آخر واحد أَو اثنين من الميلليمترات حين حذرني كارسون قائلاً «انتبه جيداً وشدّد مراقبتك لدرجات الحرارة العالية». والسبب في ذلك وجود احتمال كبير بأن يضع المرء بعض الديوتيريوم في الداخل فتنطلق النيوترونات. وهذا الأَمر طبعاً يتضمن كل الاحتمالات والتداعيات».

وكان أول برهان عملي لمبدأ الضغط المعزّز لمزيج الاحتراق بالنسبة إِلىٰ

الضغط الجوي تجربة Greenhouse Ltem ذات المردود 45,5 كيلو طن التي أُجريت في إِنويتوك بتاريخ 24 أيار/ مايو عام 1951. وقد حصلت هذه التجربة بعد تجربة سبقتها باسم Greenhouse George أُجريت في الثامن من أيار/ مايو وكان مردودها 225 كيلو طن وقد اعتبرت أول تجربة لانفجار اندماجي نووي حراري بمقياس قابل للقياس. لقد كانت تجربة Greenhouse Dog بتاريخ 7 نيسان/ أبريل عام 1951 بقوة 81 كيلو طن في انفجار إِشعاعي نحو الداخل غير حقيقي الحلقة الأولى في سلسلة من التجارب، وهي أول تجربة شاهدها تيد عن بُعد 15 ميلاً، فيقول في وصف مشاهدته: «كان الانفجار في كل جزء منه مخيفاً كما توقعت. قوته تعادل علىٰ وجه التقريب خمسة أضعاف قوة ذلك الانفجار الذي دمّر هيروشيما. بدأ العد التنازلي عند الفجر. . . دقيقة واحدة. . . ثلاثون ثانية (ضعوا النظارات السوداء). . . خمس عشرة. . . أربعة، ثلاثة، اثنتان، واحدة. ضوء ساطع جداً يعمي الأبصار حتى من وراء النظارة السوداء، حرارة عالية استمرت لبعض الوقت وكأَنَّها لن تنتهي. كنت متأكداً أني سوف أصاب بحروق شمسية، وأحسست في مؤخرة عنقي بالحرارة المنعكسة عن المنزل الواقع خلفنا قرب الشاطئ. وسقطت النظارة السوداء بعد ثوان معدودة. لكن كتلة النار ظلت تتوهج مثل قرص الشمس عند المغيب وراء أفق صافٍ، وارتفعت سحابة بلون أرجواني مشوب بالبني بسرعة كبيرة جداً في الجو وخلال أقل من دقيقة واضطررنا أن نمد أعناقنا متطاولة لنرى قمتها. نسيت كل شيء حول موجة الصدمة التي كانت عنيفة جداً حتى أَنَّها كسرت عدة أقداح من كؤوس المارتيني الموضوعة علىٰ الرف في بار المنزل القريب من الشاطئ. لكن المنظر في أوله كان جميلاً بل رهيباً، ثم استحال إِلىٰ منظر بعيد كل البُعد عن الجمال، نذير خطر لا سيما عندما بدأت تلك السحابة بالانتشار وأخذت تتحرك نحونا. حاولت أن أنفض عني ذلك الشعور بالابتهاج وأن أفكّر بالمعاني العميقة لذلك كله، لكنني لم أفلح. إِنَّه بكل بساطة أمر مثير». ونجم عن هذه التجربة غبار ذري شديد تساقط علىٰ منشآت الدعم، ولكن، كما يقول تيد:

«كان العمل الوقائي الرسمي الوحيد الذي أذكره عن هذه الحادثة أن ألغي عرض الفيلم السينمائي المقرّر أن نشاهده تلك الليلة فالهواء الطلق».

لم يكن أحد في المؤسَّسة العسكرية أَو المؤسَّسة النووية علىٰ استعداد ليأخذ مشروع أوريون علىٰ محمل الجد في عام 1958 لولا سجل تيد تايلور النظيف في تصميم القنابل الصغيرة جداً. فقد كان البلوتونيوم واليورانيوم المخصب أغلى ثمناً وأكثر أهمية استراتيجية بما لا يتيح مجرد التفكير باستخدامهما في صنع آلاف القنابل اللازمة للرحلات الفضائيَّة. يقول فريمان: «لم يكن لدينا كميات غير محدودة من البلوتونيوم. لكننا الآن نملك منها الكثير طبعاً». لكن تيد يقول إن كمية البلوتونيوم التي كنا بحاجة لها لإنتاج تفجير مفيد أقل كثيراً مما يتوقعه الكثيرون. وذلك الفضول الذي دفعه لوضع تصميم القنبلة SOB، دفعه أيضاً للتفكير في تصميم قنابل صغيرة الحجم حقاً، حيث يقول: «إنَّه الفضول، وليس الموهبة التي امتلكها في إجراء الحسابات. إنَّه التساؤل «ما هي الحدود؟» فقد كنت أريد منظراً بانورامياً». والواقع أن اهتمام تيد بالانفجارات ذات المردود المنخفض لم يكن ناجماً عن رؤيته لحاجة إليها ـ إذ لم يكن يعلم شيئاً عن مشروع أوريون في ذلك الحين ـ وإنما لأنَّه يرى أن المرء يستطيع أن يتعلّم الكثير جداً من خلال محاولته استكشاف تلك التوازنات الدقيقة ذات الصلة. فيوضح عمله: «قلت في نفسي لماذا لا نصنع تلك الأشياء وبداخلها كمية من البلوتونيوم أقل من السابق ونرى ماذا يحدث في الداخل بحساسية أكبر. نستطيع أن نفعل ذلك وبكمية لا تتجاوز الكيلو طن بدلاً من قنبلة يتنبأ بعضهم بمردود لها قدره 80 كيلو طن ـ وقد كان هذا الأمر علىٰ هذا النحو لعدة سنين خلت. وبدا أمراً رائعاً جداً أن نصمِّم قنابل بمردود أصغر وبتجميع أكبر لمواد التفجير نحو الداخل. وهكذا ركّزت جل اهتمامي علىٰ مقدار 50 غرام، ثم 100 غرام، وكيلو غرام.. وهكذا. وادفع بالأمور إلىٰ الأمام قدر المستطاع، ولا يهم إذا انتهى الأمر في بعض الحالات إلىٰ التوصّل

لصنع قشرة غلاف بسماكة تقل عن الميلليمتر الواحد. ولكن من الذي سيقوم بصناعتها؟ وكما تبين لنا كان من الجدير أن نبحث عن طريقة لصنعها».

وقد اعترف تيد في عام 1986 «كانت متابعة هذه الأمور والتوصّل إلىٰ تلك الحدود هاجساً استبدّ بي وأقلقني. فما هو الحد الأَدنى المطلق للثقل الإِجمالي لمتفجر انشطاري كامل؟ وما هي أصغر كمية ممكنة من اليورانيوم 235 أَو البلوتونيوم التي يمكن جعلها تتفجر؟ وما هو أصغر قطر لمقطع سلاح نووي يمكن إِطلاقه من مدفع؟» كانت الإِجابات عن هذه الأسئلة تحمل المفاجآت في طياتها. ويتابع تيد قوله: «وأخذت أضيق تركيزي. محاولاً تخفيض كميات البلوتونيوم التي يمكن استخدامها لإِحداث التفجير النووي إِلىٰ ما هو أقل من كيلوغرام واحد، أقل من ذلك بشيء بسيط». وهذا يعادل حجم كرة لعب الغولف، وليس حجم كرة لعب البيسبول. لكن المعلومات التي استطاع تيد كشف النقاب عنها عندما نشر الصحفي جون ماك في John Mcphee تحقيقاً عنه في صحيفة The New Yorker عام 1973 تحدّث فيه عن تيد وإِنجازاته وتحذيراته بخصوص إِرهاب نووي كان أقل كثيراً مما يستطيع الإِفصاح عنه في هذه الأيام. ففي ذلك الحين كان أصغر رأس حربي معروف هو ديفي كروكيت Davy Crockett الذي يبلغ قطر مقطعه أقل من 12 إِنش ويزن نحواً من 60 رطلاً. وقد أشار الصحفي ماك في إِلىٰ أن تيد هو الذي صمَّم هذا الرأس الحربي مع أن تيد كان يعمل علىٰ تصميم قنابل أصغر حجماً. يقول تيد: «كنت أحاول معرفة ما هي أصغر قنبلة يمكن إِنتاجها وكانت أصغر كثيراً من الرأس الحربي ديفي Davy، لكن مثل هذه القنبلة لم تصنع في تلك الأعوام. بل كانت في طور التصنيع منذ ذلك الحين. وكانت قنبلة ذات تفجير نحو الداخل، ويمكن حملها بيد واحدة. إِذ لا يتجاوز قطرها ست بوصات».

لم يكن من اهتمامات تيد أن يعرف فيما إِذا كان أحد **يريد** مدفعية ميدان نووية، أَو شحنات نووية تدميرية، أَو إِذا كانوا يريدون جنود مشاة مجهزين

تجهيزاً نووياً، فهذا ليس من شأنه، ومع ذلك فقد تعاون مع جورج غاموف George Gamow في إنجاز دراسة غير رسمية بعنوان «ما يريده العالَم الآن هو قنبلة بقوة 2 كيلو طن». وكما يقول تيد استقبلت هيئة الطاقة الذرِّيَّة، وكذلك البنتاغون، احتمالات صنع أَسلحة ميدان نووية تكتيكية وصغيرة بحماس بالغ، ولكن، يضيف تيد، «بعد أقَل من ثلاث سنوات، وفي أعقاب أعمال إبداعية رائعة قامت بها مجموعات مختلفة من العلماء العاملين في لوس ألاموس، تم تخطّي الأهداف الأساسية لجورج غاموف بمراحل عديدة». وعندما قدّم مشروع أوريون إمكانية استخدام قنابل ذات مردود منخفض لأغراض بنّاءة، كان ذلك فرصة ثمينة أمام تيد طال انتظارها، فهو يقول في ذلك: «كانت فكرة استخدام آلاف التفجيرات، على هذه الخلفية، قريبة مني، بل هي أمر شخصي، وبدت لي فكرة خلاَّبة تجذبني إليها».

	Recoverable Test Vehicle	Orbital Test Vehicle	Interplanetary Ship	Advanced Interplanetary Ship
Gross Weight	50 - 100 tons	880 tons	4000 tons	10,000 tons
Propulsion system empty weight (Pusher, shock absorbers, storage and delivery)	45 tons	370 tons	1700 tons	3250 tons
Specific Impulse	variable up to 3000 sec	3000 to 6000 sec	4000 sec	12,000 sec
Diameter	40 ft	80 ft	135 ft	185 ft
Height	50 ft	120 ft	200 ft	280 ft
Average total acceleration of ship	2 - 4 g	2 g	variable up to 2 g	variable up to 4 g
Vacuum yield per charge	.1 - .5 KT	.8 - 3 MT	~5 KT	~15 KT
Sea level yield per charge	3 tons	.03 KT	.15 KT	.35 KT
Number of explosions to reach 125,000'	100 - 200	200	200	200
Total yield to 125,000'	~2 KT	~20 KT	~100 KT	~250 KT
Total number of explosions to reach 300 mi orbit	--	800	800	800
Total yield to reach 300 mi orbit	--	.450 - 1.8 MT	3 MT	9 MT
Payloads		(I_{sp} = 3000 sec)		
300 mi orbit (V = 10 km/sec)	--	300 tons	1600 tons	6100 tons
Soft lunar landing (V = 15.5 km/sec)	--	170 tons	1200 tons	5700 tons
Soft lunar landing and return to 300 mi orbit or Mars orbit and return to 300 mi orbit (V = 21 km/sec)	--	80 tons	800 tons	5300 tons
Earth's surface to Venus orbit to Mars orbit to 300 mile earth orbit (V = 30 km/sec)	--	--	200 tons	4500 tons
Earth's surface to inner satellite of Saturn and return to 300 mi Earth orbit. ~3 year round trip (V = 100 km/sec)	--	--	--	1300 tons

المقاييس والمعايير المقترحة للمركبة أوريون، أواخر عام 1958 أَو أوائل عام 1959

يروي هاريس ماير Harris Mayer، زميل تيد في لوس ألاموس مشاهداته لعمل تيد فيقول: «قضى تيد وقتاً طويلاً يفكّر في سلاح نووي ذي مردود منخفض، يسائل نفسه «ما هي أصغر قنبلة نستطيع أن نصنعها؟» وهو يعرف الكثير عن هذه الأشياء وكيفية صنعها. ويعرف أيضاً كل شيء عن اقتصاديات العمل في إنتاج القنابل النووية في ذلك الحين. أما فيما يتعلّق بصنع ألف قنبلة فلا أَحد سواه يملك القدرة علىٰ التفكير فيه، حيث يقول: «ولماذا نتوقف عند ألف قنبلة؟ لنصنعها بكميات صغيرة من مادة قابلة للانشطار، ونصنعها بذكاء يمكننا من الحصول علىٰ مردود معقول من كميات قليلة جداً» إذن، كان يتحدَّث عن شيء لا يشكِّل صنع ألف قنبلة استنزافاً لمخزون الأَسلحة».

ويضيف فريمان إِلىٰ ذلك توضيحات أُخرىٰ إِذْ يقول: «أحد الأسئلة التي لا أستطيع أن أتكلّم عنها بملء حريتي ويشكِّل جزءاً هاماً من المشروع كله يدور حول مقدار البلوتونيوم اللازم. فقد كان أحد الأشياء التي جعلت مشروع أوريون مقبولاً هو استبدال البلوتونيوم بمادة عالية الانفجار. ففي القنابل العادية نستخدم كل الأنواع من هذه المواد، ولا يهم إن كانت ذات مردود عالٍ أَو منخفض، والعسكريون يحبون الحد الأدنى من الوزن ومن الحجم، لذلك يميل المرء لاستخدام كمية صغيرة إِلىٰ حد ما من المادة المتفجرة لأن هذه المادَّة نفسها سرعان ما تصبح الكتلة المسيطرة. أما بالنسبة إِلىٰ ما أردنا أن نفعله، فقد كان من المفيد لنا أن يكون لدينا كمية كبيرة من المادَّة عالية التفجير ذلك أن هذه المادَّة تعمل أيضاً علىٰ امتصاص النيوترونات وتكون في الوقت نفسه الدرع الواقي للمركبة. إِضافة لذلك، تكون الحاجة إِلىٰ البلوتونيوم أقل كثيراً من السَّابق. ويبقى السؤال ما مقدار تلك الكمية الأقل. فهذا ما لا أستطيع أن أناقشه. وعلىٰ ذلك تعتمد اقتصاديات العمل كله. فهذه قنابل لا تنطبق عليها المواصفات العادية، وهذا يعني أن أحداً لن يصدّقنا؛ حيث أَنَّه إِذا قام أحد بجمع الأرقام فلن يتوصل إِلىٰ نتيجة بأَنَّها قنابل ذات مواصفات يعهدونها. وهذا سؤال علىٰ جانب من الأهمية إِذا أخذنا بنظر الاعتبار المشكلة المتعلقة بالقنابل

الإِرهابية. وإِن افترضنا وجود جماعة من الناس يريدون نسف مركز التجارة العالَمي أَو ما شابه، فلن يجدوا صعوبة في الحصول علىٰ الكميات التي يريدون من المادة عالية الانفجار. لذلك فمن المهم جداً عدم رفع السرِّيَّة عن كل هذه المعلومات».

كان تيد أول من دقّ ناقوس الخطر حين قال محذِّراً في عام 1966: «إِن استخدام بعض الجماعات ممن لا يمتّون بصِلة إِلىٰ حكومة قومية لكميات محدودة من المتفجرات النووية تسلَّم إِليهم سرّاً أمر وارد في المستقبل القريب، بل هو أكثر احتمالاً من الاستخدام العلني للأَسلحة النووية لأغراض عسكرية من جانب الدول. والرد الانتقامي لا يشكِّل رادعاً للجماعات الأجنبية غير الحكومية أَو «لفئة متطرِّفة من المواطنين الأَمريكيين الذين يظنون أنهم يحاولون إِنقاذ أمريكا». هذا، وقد شعر تيد بصدمة عميقة تهز كيانه عندما أوفدته هيئة الطاقة الذرِّيَّة في جولة يتفقد فيها المنشآت النووية ويقدِّم تقريره حول تقييمه لضمانات عدم الانتشار النووي، حيث جاء في التقرير: «أثناء زيارتي لمعمل إِعادة تصنيع الوقود النووي التجاري الكائن في ويست فالي West Valley بولاية نيويورك والتابع لمركز خدمات الوقود النووي، وجدت عدة حاويات تحتوي علىٰ محلول نترات البلوتونيوم المعزول تكفي حين تجميعها لصنع قنبلتين ذريتين وقد وضعت داخل كوخ صغير يبعد بضعة أقدام عن سياج موصول علىٰ التسلسل وأَقل من 100 ياردة عن مدخل المعمل. والحارس المكلّف بحراسة هذا المعمل لا يحمل سلاحاً من أي نوع». لقد كان هذا الخيال الجامح الذي كان وراء آمال تيد باستخدام القنابل وقوداً للرحلات الفضائيَّة هو نفسه الذي دفعه فيما بعد للخوف من وقوع هذه القنابل في أيدي الأَشخاص الخطأ علىٰ هذه الأَرض.

التقى تيد لأول مرة مع فريمان دايسون عندما جاء إِلىٰ جامعة كورنيل في شهر كانون الثاني/ يناير عام 1953 حيث كان فريمان يدرّس في الجامعة منذ عام

1951. وكان الرجلان يمتلكان مهارات مختلفة. رغم أن مهارات أحدهما تكمّل مهارات الآخر، وكلاهما لا يحمل درجة الدكتوراه. وحين تعاونا في العمل سوية، أولاً في مفاعل تريغا TRIGA النووي، وفيما بعد في مشروع أوريون، كان تعاونهما شبيهاً بالتقاء كتلتين تحت النقطة الحرجة لتشكلا معاً مجموعات ذات كتلة حرجة تشتعل بصورة مفاجئة. وفي هذا يقول هاريس ماير «كانت السنة التي قضاها فريمان في لا جولا أسعد سني حياته. وكان لقاؤه مع تيد نقطة التلاقي لنهرين دفاقين يتمثَّلان بالأشخاص والزمان والروح. وكان تيد الجزء الجوهري والأساس في هذا الالتقاء. وقد أغرم فريمان بصديقه تيد الذي يملك خيالاً خصباً. ولم يكن خيال فريمان ليقل في خصوبته عن زميله. إنما كان لدى تيد إحساس فطري أقوى من إحساس فريمان إزاء عمل الأشياء الميكانيكية. وكان هذا الأخير يقدِّر لصديقه ذلك. فقد رأى عند تيد تايلور خيالاً يدعو للإعجاب وهوى شديداً للأشياء العملية».

يقول مو شارف Moe Scharff: «يتميز تيد تايلور بمنهج خاص به وفريد في نوعه في التعامل مع هذه الأشياء. فهو ليس من ذلك الصنف من الناس الذين يتحرَّكون للأمام بخطى صغيرة متتابعة، بل تراه يبحث دوماً عن الطريقة المُثلى للفعل، وبعدئذ يفكّر ويحسب كيف تضع الطبيعة قيودها في سلوك الأشياء، ويتراجع قليلاً إلى الوراء. ثم يقدم على العمل بقوة وضغط شديدين ليصل إلى النتيجة التي يبتغيها حتى لو اضطر لاتخاذ خطوة جبارة».

7

التيارات الكهربائية ومبدأ ذَريّة الطاقة

في شهر أيلول/ سبتمبر عام 1932، وعندما كان تيد تايلور في السابعة من عمره يقوم من تلقاء نفسه بإجراء تجارب بالمواد المتفجرة كيميائياً في مدينة مكسيكو، كان فريمان دايسون في الثامنة، وقد أرسله والداه إِلىٰ مدرسة تويفورد Twyford البعيدة عن منزله الكائن في مدينة وينشستر Winchester بإنكلترا. يتحدَّث فريمان عن تلك المدرسة فيقول: «كانت مدرسة مقيتة لم تعجبني، لكنها تضم مكتبة رائعة، غنية، كنت أجد فيها ملاذي. تحتوي العديد من الكتب عن الإِلكترونات، والكهرباء وموجات الأشعة، وغيرها كثير من الكتب من هذه الأصناف. لكن أحداً من مؤلفي هذه الكتب لم يتحدَّث عن البروتونات. أذكر أنني كنت أسأل من التقيهم: «لماذا يتحدَّث الجميع عن الإِلكترونات ولا أحد يأتي علىٰ ذكر البروتونات؟» ويبدو أن أحداً لا يريد أن يعرف الجواب عن هذا السؤال».

من الكتب التي استحوذت علىٰ اهتمام فريمان كتاب «من الأَرض إِلىٰ القمر والرحلة حوله» للكاتب الروائي الشهير جول فيرن Jules Verne. وعلىٰ أثر ذلك، بدأ فريمان، وقبل أن يحتفي بعيد ميلاده التاسع في 15 كانون الأول/ ديسمبر عام 1932، بكتابة ملحق لهذه القصة أسماه «التصادم بين القمر وإِيروس Eros عند السير فيليب روبرتس Sir Phillip Roberts، يتحدث فيه عن صدام يتنبأ

به بين القمر التابع للأَرض وكويكب سيار اسمه إِيروس يدور في فلك حول الأَرض يقع بين المريخ والمشتري ويضم آلاف الكويكبات. وقد اختار فريمان بطلاً لقصته التي لم يسعفه الحظ لإِكمالها العالِم الفلكي من جنوب أفريقيا السير فيليب روبرتس وتحضيرات لرحلة مشابهة للرحلة التي وصفها جول فيرن من قبل، فقد جاء فيها: «قال السير فيليب رداً علىٰ الجنرال ماسون الذي نقل إِليه فكرته «إِذا أخذنا في اعتبارنا التأخير، والرحلة والاستعدادات علىٰ سطح القمر فلا يزال أمامنا نحو عشرة أعوام لصنع المدفع والقذيفة وقطن البارود (المادة المتفجرة) إِذ أننا سوف نستخدم قطن البارود فهو أفضل من مسحوق البارود، لذلك ستكون رحلتنا أكبر كثيراً من رحلة باربيكان Barbicane، ولا يساورك أي قلق بشأن المال، فالاشتراكات التي ستردنا ستكون أكبر مما تتصوّر، لا حدود لها»».

وفي الوقت الذي كان فيه تيد يتعلّم طريقة صنع قطن البارود، كان فريمان منشغلاً في دراسة نظريات حول وقود دفعي لمركبة قطرها 15 قدماً تنطلق إِلىٰ القمر. فالقطن البارودي، أَو النتروسيلولوز، يتفجر بسرعة تعادل سرعة تفجّر الديناميت، وقد عرفت هذه المادة منذ العام 1865، أي في العام ذاته الذي نشر فيه جول فيرن الطبعة الأولى من كتابه. وقد قدَّر فريمان طول مدفع الإِطلاق الذي سوف يستخدمه السير فيليب بنحو ميلين (أي أكثر من ثلاثة كيلومترات)، وهذه أبعاد قريبة بصورة تفتقر إِلىٰ بُعد النظر من الأبعاد الواردة في المقترحات الحديثة لمدافع تعمل بوقود كيميائي لإِطلاق قذيفة إِلىٰ الفضاء الخارجي. ودعي هذا المدفع باسم كولومبياد Columbiad، أسوة بما أشار إِليه فيرن. والواقع أن برنامج التطوير لعشر سنوات الذي وضعه السير فيليب يتوافق في كل حذافيره مع برنامج يخطط لمهمة إِلىٰ المريخ تنطلق عام 1968 وكان متزامناً مع محاولات فريمان وتيد لتسويق مشروع أوريون عام 1958.

أجرى فريمان حساباته وتقديراته للحجم المطلوب لكولومبياد يربض علىٰ

سطح القمر ويتمكّن من الإفلات من حقل جاذبية القمر ليعود إلىٰ الأَرض. ثم أجرى حساباته لمعرفة حجم الكولومبياد الأَرضي الذي سيطلق الكولومبياد القمري إلىٰ القمر، وبحيث تترك المرحلة الثانية من الكولومبياد علىٰ سطح القمر من أجل الاستعمال المستقبلي. وهذه استراتيجية تختلف كلية عن استراتيجية الصواريخ ذات المراحل المتعددة والاستخدام الواحد التي بواسطتها انطلق أخيراً رواد الفضاء بالصاروخ أبوللو Apollo. غير أن مشروع أوريون يستغني نهائياً عن مدفع كولومبياد، مع أن أصحاب مشروع أوريون استخدموا أثناء صنعهم للنموذج المعد للتحليق حوضاً قليل العمق وشحنة من مسحوق البارود من أجل الدفعة الأولى لا يزيد وزنها عن رطل واحد.

وعلىٰ هذا الأساس يمكن القول إن الجد الأعلىٰ لمشروع أوريون هو فيرن Verne وليس فيرنر Wernher. وما قاله فريمان يوضح ذلك: «عندما فكرت بالرحلات الفضائيّة في تلك الأيام، كان في ذهني تلك المدافع الضخمة التي قرأت عنها في روايات جول فيرن. ولم يكن للصواريخ أية صلة بها. وسكان المريخ الذين جاؤوا إلىٰ الأَرض كما في قصة هـ. ج. ويلز H. G. Wells، بعنوان «حرب العوالم War of the Worlds» لم يأتوا بالصواريخ، بل بقذائف المدفعية». بتاريخ 19 كانون الأول/ ديسمبر عام 1934 شاهد فريمان إنطلاقة الصاروخ لأول مرة، مما أكّد له قناعته بأن طريقة جول فيرن هي الأفضل. في تلك الأيام جاء إلىٰ إنكلترا رجل الأعمال الألماني غيرهارد زوكر Gerhard Zucker للترويج لصناعة صواريخ خاصة بالخدمات البريدية؛ مؤيداً مشروعه هذا من خلال بيع طوابع بعنوان «البريد الصاروخي» حيث جاء في بعض سجلات الجمعية البريطانية للكواكب السيَّارة ما يلي: «يقول السيد زوكر إنَّه يأمل بأن يتم صنع صاروخ ضخم في إنكلترا يكون الهدف منه إحداث خدمة بريد صاروخي منتظمة بين إنكلترا والقارة الأوروبية، وبالتالي فهو يتصور ويخطّط لتأسيس شركة لصنع الصواريخ البريدية يجري توزيعها في كافة أنحاء العالَم».

كانت عائلة دايسون حينذاك تمتلك منزلاً صغيراً بالقرب من ليمنغتون Lymington حيث كان زوكر يعتزم إطلاق هذا الصاروخ. إذْ يروي فريمان: «جاؤوا بذلك الصاروخ المثير للإعجاب. ونصبوه باحتفال مهيب في تلك البقعة من الأَرض الخالية من السكان وقريباً من حيث نقطن، وقبالة جزيرة Isle of Wighl، حيث الشاطئ منبسط والأَرض طينية تغمرها مياه البحر. ودعي إِلىٰ الحفل بعض وجهاء مدينة لندن. وبمراسم احتفالية وضعوا حقيبة البريد وقد ألصقت عليها طوابع خاصة لذلك الصاروخ. وأطلقوه، وارتفع عالياً في الجو بمنظر بهي يسرّ الناظرين، وما لبث أن استدار وعاد ليهبط في البقعة نفسها التي انطلق منها، وتسبَّب في تناثر رشاش من الطين والوحل. ثم ذهبوا إِلىٰ الصاروخ واسترجعوا حقيبة البريد الذي أُرسل فيما بعد إِلىٰ القارة بواسطة القارب».

بعد عشرة أعوام من ذلك التاريخ واصل خلفاء زوكر عملهم الروتيني بإِطلاق الصواريخ عبر القنال الإِنكليزي، لكنها كانت صواريخ تحمل القنابل وليس حقائب البريد. في تلك الآونة كان فريمان يعمل موظف إِحصاء مدني في قيادة سلاح الطائرات القاذفة التابعة لسلاح الجو الملكي. ومن هنا كان لقاؤه الأغول بالصواريخ التي صمّمها فيرنر فون براون Wernher von Braun، حيث يقول: «كنا في لندن نشعر بالامتنان لفيرنر فون براون. وكنا نعلم علم اليقين أن الصاروخ الواحد من طراز V-2 يكلف ما لا يقل عن كلفة صناعة طائرة مقاتلة عالية الأداء». فقد كانت الطائرات الألمانية تلحق خسائر فادحة بالحلفاء، في حين كانت صواريخ V-2 تنفجر عشوائياً ولمرة واحدة فقط. ولكن عندما بدأت هذه الصواريخ تتساقط علىٰ المناطق الجنوبية من إِنكلترا وبسرعة 3500 ميلاً بالساعة، أخذ فريمان يفكّر ولأول مرة بالصواريخ وبإِمكانية استخدامها بديلاً للمدافع لإِطلاق المركبات إِلىٰ الفضاء الخارجي. وهو يقول في ذلك: «أذكر أنني أحسست بسرور بالغ عندما علمت أن الصواريخ طراز V-2 موجودة حقاً. فهذه خطوة كبرى إِلىٰ الأَمام. تنطلق حتى ارتفاع 50 ميلاً ولمسافة أفقية تتجاوز

250 ميلاً. وإِذا استطاع المرء أن يحقِّق ذلك كله، فلن يكون صعباً أن يصل إِلىٰ الفضاء الخارجي. عندئذ أصبت بخيبة أَمل، فإِذا كان الألمان قادرين علىٰ إِتقان صنعها، فمن المتوقع أن تكون لنا مشاريعنا السرِّيَّة. ولعلّنا نستطيع أن ننجز ما هو أفضل. ثم اكتشفت بعد انتهاء الحرب أننا لا نملك شيئاً ويتعين علينا أن نبدأ من الصفر».

في عام 1947 غادر فريمان إِنكلترا متوجهاً إِلىٰ جامعة كورنيل لدراسة الفيزياء بإِشراف هانز بيثه Hans Bethe. وكان قسم الفيزياء في ذلك الحين يقسم إِلىٰ اختصاصين منفصلين: «الفيزياء النظرية والفيزياء التجريبية أَو التطبيقية، ولكن يتحتم علىٰ الطلاب أن يكون لديهم إِلمام بالاختصاصين. غير أن تجربة قطرة لزيت المعروفة باسم صاحبها ميليكان Millikan والتي شدت تيد إِلىٰ علوم الفيزياء وحبَّبته بها قبل ست سنوات لم تجد هوى في نفس فريمان. فقد بيّن ميليكان طريقة قياس الشحنة التي يحملها الإلكترون الواحد من خلال موازنة قطرات من الزيت متناهية الصغر بين قوة الجاذبية التي تشدها إِلىٰ الأسفل وقوة الحقل الكهربائي الذي يطردها إِلىٰ الأعلىٰ. وفي هذا يقول فريمان: «جعلت قطرات الزيت في تجربتي تطفو جيداً، ثم أمسكت بالمقبض الخطأ أريد تصحيح الحقل الكهربائي. وأخيراً وجدوني ممدداً علىٰ الأَرض، وكان هذا آخر عهدي بالتجارب، ونهاية عملي بتخصّص الفيزياء التطبيقيَّة».

وفي جامعة كورنيل تجمّع عدد كبير من الفيزيائيين الذين أمضوا سنوات الحرب في صنع القنبلة بإِشراف بيثه Bethe في لوس ألاموس ليتابعوا عملهم من جديد وبقيادة بيثه نفسه. وفي هذا الوقت تكونت لدى فريمان معرفة بالأَشخاص الرئيسيين في مشروع مانهاتن وبالقوى السياسية التي بها يرتبط عملهم. وأحس بصِلة قرابة تربطه بأولئك العلماء الذين قضوا سني الحرب يجرون حسابات حول كيفية صنع القنبلة الذرِّيَّة، في حين كان هو يحسب كيف يزيد من قوة الأثر التدميري للقنابل التقليدية. وقد أشار فريمان إِلىٰ ذلك فيما بعد حين قال:

«إن الإثم الذي ارتكبه الفيزيائيون في لوس ألاموس لم يكن في كونهم قد صنعوا سلاحاً فتاكاً، بل في كونهم استمتعوا بصنعها، وأحسّوا أثناء صناعتهم لها أنهم يقضون أروع سني حياتهم، وهذا باعتقادي ما كان يقصده أوبنهايمر عندما قال إنهم ارتكبوا الإثم».

تأثّر فريمان بريتشارد فاينمان Richard Feynman أكثر من أي شخص آخر في عصبة العلماء العاملين في لوس ألاموس. أوكل بيثه إلىٰ فريمان العمل في مسألة تُعرف باسم «مبدأ ذريّة الطاقة في القوى الناتجة عن التيارات الكهربائية. فقد وقعت اختلافات في الرأي عام 1947 لوجود تباينات ونقص في التعامل مع العلاقة بين المادّة والحقول الكهرطيسية. يقول فريمان «المشكلة هي أنّه لا توجد نظرية دقيقة تصف السلوك اليومي للذرات والإلكترونات التي تبعث الضوء أو تمتصه». بعد أن وضعت الحرب أوزارها عاد الفيزيائيون إلىٰ مخابرهم وصنعوا تجهيزات جديدة وتوصّلوا إلىٰ ملاحظات واكتشافات جديدة وبدقّة لم يسبق لها مثيل، ولكن دون إنجاز أي إطار رياضي ثابت يوضح هذه النتائج. غير أن فاينمان طوّر نظاماً لمبدأ ذرِّيَّة الطاقة في القوى الناتجة عن التيارات الكهربائية يعطي كافة الإجابات الصحيحة، لكن وسائله هذه التي لا تتفق والرأي السائد لم تلق الإعجاب لدى مؤسَّسة الفيزيائيين التي وصفته بأنَّه يفتقر إلىٰ الشفافية من وجهة النظر الرياضية. وهذا ما يوضحه فريمان بقوله: «كان ديك يستخدم ميكانيكا الكم الخاصة به والتي لا يمكن لأحد سواه أن يفهمها. كان يبذل من الجهد ما لم أره في أحد سواه في محاولة فهم عمل الطبيعة وذلك بالبناء من الأسفل إلىٰ الأعلىٰ».

وقد أطلع فاينمان فريمان علىٰ مكنون طريقته وأسلوبه هذا، ثم ذهب الأخير إلىٰ Ann Arbor ليستمع إلىٰ سلسلة محاضرات يلقيها الرياضي المعروف جوليان شفينغر Julian Schwinger الذي كانت طريقته دراسة مبدأ ذرِّيَّة الطاقة في القوى الناتجة عن التيارات الكهربائية دقيقة ومنظمة ومعقَّدة بقدر ما كانت

الرسوم والإِيضاحات التي قدَّمها فاينمان بسيطة، خالية من التعقيد وتفتقر إِلىٰ التوضيح. وقد أبدى بيثه Bethe ملاحظته بهذا الخصوص وقال: «ربما يكون دايسون الشخص الوحيد الذي فهم واستوعب المنهجين». ثم جاء القسم الثالث من هذه الأحجية من اليابان، وتحديداً من العالم سين ـ إِيتيرو توموناغا Sin-Itiro Tomonaga الذي طوَّر نظرية موازية لمبدأ ذرِّيَّة الطاقة في القوى الناتجة عن التيارات الكهربائية بصورة مستقلَّة عنهما إِبان الحرب. وقد وصلت هذه المعلومات إِلىٰ صندوق بريد هانز بيثه في جامعة كورنيل بصورة غير متوقعة، وهكذا وجد فريمان نفسه وسط لجّة صراع رياضي عميق في ربيع وصيف عام 1948. لقد توصل توموناغا وشفينغر وفاينمان، كل علىٰ حدة، إِلىٰ النتيجة الفيزيائية نفسها، لكن كل واحد منهم اتبع نهجاً مختلفاً عن الآخر في حساباتهم الرياضية. وذات يوم من أيام شهر أيلول/ سبتمبر، وبينما كان عائداً بالحافلة من بيركلي إِلىٰ شيكاغو، وجد فريمان وعلىٰ نحو مفاجئ الحل لهذه الأحجية. ويحكي لنا كيف حصل ذلك: «كانت الطرقات كثيرة الوعورة ولم أستطع القراءة، وأخذت أنظر من النافذة، وما هي إِلاَّ دقائق حتى غلبني النوم. وفي اليوم الثالث من هذه الرحلة، وبينما كنا نعبر مناطق نبراسكا لا نسمع شيئاً إِلاَّ صوت الحافلة الرتيب حدث شيء دون سابق توقّع. فقد تراءت لي المعادلات التي وضعها شفينغر والرسوم التي استعان بها فاينمان لتوضيح منهجيته وبدأت تتوضح أمامي بشكل لم أعهده من قبل. ولأول مرة استطعت أن أضع كل هذه الأُمور معاً. لم يكن لدي قلم أَو ورقة، لكنني لم أجد حاجة لكتابة شيء فالأشياء كلها صارت في غاية الوضوح».

وفي السادس من شهر تشرين الأول/ أكتوبر عام 1948 قدم فريمان بحثاً بعنوان «نظريات الإِشعاع عند توموناغا وشفينغر وفانيمان» إِلىٰ مجلة «The Physical Review» حيث أوضح في بحثه هذا التكافؤ الرياضي بين نهج فاينمان ونهج شفينغر، كما قدَّم أسلوباً أكثر بساطة لتطبيقات نظرية شفينغر وتوموناغا في



فريمان دايسون (حاملاً حقيبة الأوراق) في موقع التجارب بوينت لوما صيف عام 1959. من الأعلى مع عقارب الساعة: إد داي، ووالت إنغلند، وبريان دان، وبيري ريتر وجيم موريس ومايكل فيني، وو. ب. ماك كيني، ومايكل أيمز، يحيطون بنموذج للمركبة طوله متر واحد.

مسائل محددة، وهو يقول في هذا «كلما ازداد تبسيط الأمور، بدت المسائل أكثر تعقيداً». وما لبث فريمان أن تلقى عرضاً من هانز بيثه لمنصب أستاذ في جامعة كورنيل بعد أن نشر هذا البحث في المجلة بتاريخ الأول من شباط/ فبراير عام 1949، وذلك بالإضافة إلىٰ العضوية الدائمة في معهد الدراسات المتقدمة، التي اقترحها روبرت أوبنهايمر. لكنه لم يحصل علىٰ درجة الدكتوراه.

هذا التوضيح الرياضي لمبدأ الذرِّيَّة في القوى الناتجة عن التيارات الكهربائية عمّق فهمنا للسلوك العجيب الذي به تشكّل ميكانيكا الكم، أَو المقادير الصغرى من الطاقة، الكون الذي نعيش فيه. وقد أوضح ذلك فريمان

عام 1953 بقوله: «إن صورة العالم التي توصلنا إليها أخيراً هي: يوجد ما بين 10 إلىٰ 20 حقلاً من الكم يختلف واحدها عن الآخر نوعياً، وكل حقل منها يملأ حيزاً كاملاً وله خصائصه التي ينفرد بها عن سواه. لا يوجد شيء غير هذه الحقول، والكون المادي كله يتألّف من هذه الحقول. . . . وهو أمر مدهش في كل حين، حتى الفيزيائي النظري الذي صقلته التجارب يكاد لا يصدّق أن عالمنا المادي المكوّن من حجارة وأشجار مبني علىٰ أُسس من حقول الكم هذه ولا شيء سواها. ويبدو حقل الكم مائعاً وغير ملموس ويستحيل أن يشكِّل المادة الأساسية للكون. ومع ذلك فقد تعلمنا تدريجياً أن نقبل بالحقيقة القائلة إن قوانين ميكانيكا الكم تفرض صلابتها الخاصة في الحقول التي تتحكم بها، وهي قساوة غريبة عن مفاهيمنا الحدسية لكنها رغم ذلك هي القوانين التي تجعل الأَرض تحافظ علىٰ موقعها في هذا الكون.

وحقيقة الأَمر أن هذه الدقة الرياضية لمبدأ الذرِّيَّة في القوى الناتجة عن التيارات الكهربائية يمكن تطبيقها علىٰ طيف واسع جداً من الأحداث الفيزيائية، ابتداء من السلوك الفردي للإلكترون وانتهاء بسلوك مركبة فضائيَّة تزن 4000 طن تحرّكها وتدفعها في مسارها قوة القنابل المتفجرة. ولكي يوضح لنا مدى اتساع مبدأ ذرِّيَّة الطاقة في القوى الناتجة عن التيارات الكهربائية، قسم فريمان علم الفيزياء بكليته إلىٰ ثلاث حجرات، وقال: «نضع في الحجرة الأولى كل ما نعرفه عن بنية النواة والبروتونات والنيوترونات والميزونات والنيوترينات وتفاعلات هذه الجزيئات فيما بينها. وفي الحجرة الثانية نضع النظريات الخاصة بأشكال البنية الكبرى وهندسة الكون بما في ذلك نظرية أينشتاين العامة حول التجاذب. وفي الحجرة الثالثة نضع كل ما نعرفه عن الظواهر الأُخرىٰ جميعاً من ذات المقياس المتوسط بين نواة الذرة والنجم الضخم. والحجرة الثالثة هذه تحتوي أيضاً كافة علوم الميكانيك والبصريات وديناميكا الكهرباء والنظرية الخاصة للنسبية والفيزياء الذرِّيَّة خارج النواة. أما الحجرتان الأولى والثانية

فتحتويان معلومات مبهمة عن التجارب والقوانين التجريبية والافتراضات المتناقضة. والواقع أننا لا نزال في بدايات استكشاف هذه الحقول وتنظيم فهمنا لها. ومن جهة أُخرىٰ، وخلافاً لهاتين الحجرتين تبقى الحجرة الثالثة موحدة في إِطار نظرية منسجمة منطقياً، هي نظرية الكم في ديناميكا الكهرباء أَو بتعبير أكثر دقة مبدأ ذرِّيَّة الطاقة في القوى الناتجة عن التيارات الكهربائية. وهي الحقل الوحيد الذي فيه نستطيع أن نختار تجربة فرضية ونتنبأ بالنتيجة حتى خمسة أرقام عشرية، واثقين بأن هذه النظرية تأخذ في اعتبارها جميع العوامل المؤثرة فيها».

لكن هذه النظرة إِلىٰ العالَم ليست أَكثر من تجريد رياضي، يُعدّ المكمّل المثالي للخيال التقني الملموس عند تيد. ربما يكون فريمان قد أَخطأ في تجربة معينة وأمسك بالمقبض الخطأ، لكنه، وإِن لم يكن متخصِّصاً في الفيزياء، أجرى حسابات دقيقة جداً للطريقة المتوقعة لسلوك الإِلكترونات. لذلك فإِن مسألة جدوى مشروع أوريون تقع في نطاق مبدأ ذرِّيَّة الطاقة في القوى الناتجة عن التيارات الكهربائية، حالما يعاد ترتيب النوَيات خلال الأجزاء القليلة الأولى من مليون جزء من الثانية بعد اكتمال تفجير القنبلة. وعندما تحدَّث فريمان عن اعتقاده بإِمكانية نجاح مشروع أوريون بالطريقة التي يتمناها تيد، استمع المتشكّكون وأصغوا. فهم يعلمون علم اليقين أن باستطاعة تيد أن يضع تصميم القنبلة، وباستطاعة فريمان أن يجري الحسابات لما سيحدث بعد ذلك. ولعل بعضهم يقول إِن تشغيل وإِطلاق سفينة فضائيَّة تزن 4000 طن بانفجارات نووية أمر في غاية الصعوبة، لكن فريمان يقول: «إِن ما نحتاجه هو الزخم، وليس الطاقة. الانفجار النووي يعطي مقداراً كبيراً من الطاقة والقليل من الزخم وقوة الحركة». تلك إِذن هي المشكلة الأساسية. ومن هنا كان عمل فريمان متمثلاً في تقديم يد العون لتقرير ما إِذا كانت عملية الانتقال من طاقة تنتجها القنبلة إِلىٰ زخم وقوة تحرّك المركبة أمراً مجدياً أم لا.

وقد رأى فريمان الجواب إِيجابياً وذلك من خلال نتيجة الحسابات التي

أجراها. وكانت ثمة مسائل عديدة ومتنوّعة استحوذت علىٰ اهتمامه وجل تفكيره خلال الشهور الاثني عشر الأولى من العمل في المشروع مثل انعدام شفافية البلازما حين ركودها واستقرار المركبة والتآكل الناجم عن الحرارة في الصفيحة الدافعة والمسار المثالي للإنطلاق عبر الغلاف الجوي، وآثار الغبار الذرِّي، وتصميم منشآت احتواء التجارب والتخطيط لمهمة الإنطلاق نحو الكواكب الخارجية، إضافة إِلىٰ المضامين العسكرية لهذا المشروع. يصف فريمان العمل خلال تلك الشهور الأولى فيقول: «سحبنا القشدة من عدد هائل من المسائل التقنية في مختلف الفروع العديدة لعلوم الفيزياء والهندسة، كنا جميعاً هواة وغير محترفين في بدايات المشروع، كل واحد منا يعمل شيئاً قليلاً من كل شيء. لم يكن هناك تقسيم للموظفين إِلىٰ فيزيائيين ومهندسين، وأخلاقيات العمل الهندسي تختلف عن أخلاقيات عمل الفيزيائي. فالفيزيائي الجيد رجل يقدِّم أفكاراً نابعة عن إبداعه، أما المهندس الجيد فهو رجل يقدِّم تصميماً يعمل بأَقل قدر ممكن من الأفكار الإِبداعية».

يقول تيد: «كان فريمان يملك إِحساساً جيداً بما هو قادر علىٰ فعله بمهارة فائقة. وعندما طلب إِليه أن يحسم أمره إِن كان سيستمر بالعمل في المشروع ويقدم استقالته من المعهد، قال إِن عليه أن يختار بين أمرين، إِما أن يكون فيزيائياً ناجحاً يعمل في نظريات هذا العلم، أَو أن يكون أفضل مهندس علىٰ الإِطلاق. لم يكن قط ذلك الرجل الذي يقف جانباً ويجري حسابات لفيزياء البلازما التي لا يفهمها سوى القلة القليلة، أَو مجرد رجل يفكر بنوع ذلك السرير الذي عليه سوف ينام. بل كان يقوم بعمل هندسي حقيقي، يقدم الإِطار الذي يستوعب كل شيء بصورة متوافقة ومرتّبة طوال مراحل تطور مشروع أوريون». لكن فريمان في نهاية المطاف اختار العودة إِلىٰ الفيزياء بعد خمسة عشر شهراً يصفها بأَنَّها الفترة الأَكثر متعة في حياته العلمية، حيث يقول: «عندما تركت المشروع في شهر أيلول/ سبتمبر عام 1959 كان عدد العاملين فيه قد ارتفع إِلىٰ خمسين. وعملنا سوية في تقديم الحلول التي ترضينا لمعظم

المسائل الأساسية الخاصة بتصميم المركبة، وكانت قد ترسخت الجدوى الفنية للمبدأ الذي وضعناه، وكانت الحكومة قد قرَّرت ألاّ تأخذ عملنا هذا علىٰ محمل الجد. لقد ربح فيرنر فون براون وصواريخه الكيميائية المعركة لكسب تأييد الحكومة. فتحدد بذلك نمط البرنامج الفضائي بطريقة لا تترك مكاناً لنا فيه».

لقد اشتمل مشروع أوريون علىٰ كل تلك الحجرات الثلاث التي إليها قسم فريمان معرفتنا بهذا العالَم. وبقيت الحجرة الثالثة التي تتضمن معظم تصاميم وعمليات تشغيل أوريون ضمن نطاق مبدأ ذرِّيَّة الطاقة في القوى الناتجة عن التيارات الكهربائية. ومن هذه الحجرة فتح مشروع أوريون نافذة تطل علىٰ الحجرتين الأخريين حيث يوجد الكثير مما ينبغي اكتشافه وسبر غوره، مثل أسرار نواة الذرة التي عمل بها تيد وزملاؤه من خلال تصميمهم للقنابل وتفجيرها؛ والأَسرار التي تكتنف البنية الكبرى للكون، يقول بيير نويز Pierre Noyes الذي عمل مستشاراً غير متفرّغ في مشروع أوريون في صيف عام 1958 : «كان الشعور العام عندما جئت إلىٰ المشروع يشير إلىٰ حماس عظيم من جانب فريمان وتيد. وقد قال فريمان إن أحد الأسباب التي جعلته مؤيداً قوياً له هو أن المشروع قادر علىٰ استيعاب عدد كبير من الناس، ومن ضمنهم كبار السن من أمثاله». غير أن الوصف الذي قدَّمه برونو أوغنشتاين Bruno Augenstein كان علىٰ النحو التالي: إِن سحر الأداء العالي لأوريون يكمن في إِمكانية تحقيق أكثر المهمات مغامرة علىٰ نحو واقعي وفي أوقات متكافئة مع الحياة الإِنتاجية للعلماء».

وقد جاء فيما كتبه فريمان في شهر تموز/ يوليو عام 1958 عندما كان تفاؤله في المشروع في ذروته: «رأيت في نصف ساعة أن هذا الشيء هو كل ما تطمح إليه مشاريع الرحلات الفضائيَّة. ولم يكن ثمة سبب واحد يدعوني لأن أغيِّر رأيي هذا. سوف ينجح، وسيفتح لنا آفاق السماء. لكن المشكلة تكمن في

أن يقنع المرء نفسه بأَنَّه يستطيع أن يجلس علىٰ قنبلة دون أن يشوى أَو يصيبه أذى الحريق. وإِن لم يفكر المرء بهذا الأمر جيداً فقد يبدو واضحاً أَنَّه لن يستطيع ذلك. غير أن عبقرية تيد تتمثَّل في شجاعته التي قادته للتشكيك في هذا الأمر المستحيل. سوف نغادر، تيد وأنا، إِلىٰ لوس ألاموس بالطائرة هذه الليلة، فنحن نسافر معاً مثلما كان يفعل بولص وبرنابا. إِنها حقاً حياة جميلة».

8

كرات لو ألن

في عام 1952 ومن موقع التجارب في صحراء نيفادا أضاف تيد تايلور شيئاً جديداً إلىٰ سمعته المعروفة وذلك عندما أمسك مرآة ذات قطع مكافئ وأشعل سيكارته من قنبلة ذرِّيَّة. كانت الكرة النارية تبعد عنه نحو 12 ميلاً. وفي ذلك يقول: «أطفأت سيكارتي بحرص شديد وخبأتها في درج مكتبي في لوس ألاموس حيث بقيت لبعض الوقت، ولا بد أنني دخنتها خطأ في لحظة اشتد بها حماسي لنوع جديد من القنابل».

كان أولئك الذين يعملون في تصميم وصناعة وتكديس الأَسلحة النووية، وفي الوقت نفسه يحاولون فهم آثار ونتائج تلك الأَسلحة في عقد الخمسينيَّات من القرن العشرين يهتمون بالتدمير، تدمير المدن أَو صوامع الصواريخ، أَو لعلهم كانوا يهتمون بتطبيقات بنّاءة ظاهرياً مثل إِذابة النفط الذي يستخرجونه من الرمال الغنية بالقطران في ولاية ألبرتا أَو حفر قناة بمستوى سطح البحر في بنما. أما تقديم شيء باهظ الثمن مثل صنع مركبة فضائيَّة تزن 4000 طن ووضعه علىٰ مقربة من سلسلة تفجيرات نووية لا تتجاوز بضع مئات من الأَقدام فسوف يكون تسويقه أمراً في غاية الصعوبة حتى من قبل تيد. إِذ بدون دليل مادي يؤكّد قابليته للبقاء لن يجد مشروع كهذا الدعم والتأييد حتى من جانب أشد المسؤولين حماساً له في هيئة الطاقة الذرِّيَّة أَو في البنتاغون. ولحسن الحظ كان الدليل

المادي موجوداً وهو سلسلة من التجارب عُرفت باسم تجربة كرات لو ألن Lew Allen's Balls (وتُعرف أيضاً باسم «كرات أوغل Ogle's Balls»، كما يقول بيرت فريمان Burt Freeman، تيمناً باسم بيل أوغل Bill Ogle المدير المسؤول عن التجارب في الغلاف الجوي للأَرض الذي إليه يعود الفضل في كثير من التقدم الذي أحرز عبر سنوات عديدة)، هذا إِذن العنصر الرئيسي الثالث، بعد المبدأ الذي قدمه ستان أولام والحافز الناشئ عن إِطلاق القمر الصناعي السوفياتي سبوتنيك الذي منه تكونت في ذهن تيد تايلور فكرة مشروع أوريون.

كان لو ألن، المولود عام 1925، عالِم فيزياء يعمل في قيادة القوى الجوية. وقد عُيِّن في لوس ألاموس في أوائل الخمسينيَّات وتدرّج في الرتب العسكرية حتى غدا وزيراً للقوى الجوية. وبعد أن أُحيل إِلىٰ التقاعد برتبة جنرال بأربعة نجوم كُلِّف بإِدارة مخبر قوة الدفع النفَّاث في كلية كالتيك Caltech. توطدت أواصر صداقة حميمة بين لو ألن وتيد تايلور في لوس ألاموس، وكذلك عندما يتواجدان في الجزر الصغيرة المحيطة بالبحيرة في إِنويتوك Enwitok حيث كانا يعملان جنباً إِلىٰ جنب في التجارب التي يجريانها. ثم التحق لو ألن بمكتب المشاريع الخاصة التابع لمركز الأَسلحة الخاصة في قيادة القوى الجوية في قاعدة كيرتلاند الجوية القريبة من البوكرك حيث عُيِّن ضابط المشروع الأول المسؤول عن مشروع أوريون وذلك بعد أن أخضع العقد المبرم بين شركة جنرال داينامكس ووكالة مشاريع البحوث المتطورة ARPA لإِشراف ومراقبة مركز الأَسلحة الخاصة التابع للقوى الجوية من قبل قيادة البحوث والتطوير في القوات الجوية في عام 1958. لقد أُسندت إِليه مهمة الإِشراف علىٰ المشروع لما يتمتع به من تشكّك باعتباره إِدارياً، لكن بصفته فيزيائياً كان يدرك قيمة تأييد هذا العقد. وفي ذلك يقول باد بيات Bud Pyatt: «كانت فترة رائعة جداً حين كان كل من في القوى الجوية يشجعون المواهب الشابة الذكية ليتابعوا أعمالهم التقنية ولا يفقدوا مهاراتهم عندما يرتقون في المراتب في السلاح

الجوي. لا أظن ذلك يحدث هذه الأيام». وعندما أطلق المسبار الفضائي Voyager 2 في رحلته إلىٰ كوكب المشتري وكوكب أورانوس وبدأ يرسل الصور إلىٰ الأَرض عن أقمار المشتري في عام 1979 وعن أقمار زحل في عام 1981، كان الجميع يدركون جيداً أن وراء المشروع هذا شخصاً كان له دور هام في مشروع أوريون، وأن هذا الشخص هو لو ألن.

وحقيقة الأَمر أن الذي دفع هؤلاء العلماء إلىٰ اللجوء إلىٰ مبدأ «كرات لو ألن Lew Allen's Balls» هو عدم وجود الكميات الكافية من التريتيوم (نظير الهيدروجين الثلاثي). ففي منتصف الخمسينيَّات عندما بدأ إِنتاج التصاميم الجديدة للأَسلحة مثل التصميم الذي قدّمه تيد، بدأت هيئة الطاقة الذرِّيَّة تشعر بالقلق، من وراء أبواب مغلقة، حيال احتمالات عدم وجود ما يكفي من التريتيوم لإِبقاء احتياطي الأَسلحة في أتم جاهزية. والتريتيوم نظير غير مستقر للهيدروجين يحمل في نواته نيوترونين إِضافيين، ويوجد في الطبيعة في مياه البحر إِنما بكمية صغيرة جداً لا تتجاوز مقدار جزء واحد من 10^{18} جزءاً من الهيدروجين العادي وذلك حين تصادمه مع الأشعة الكونية. وبما أن التريتيوم يتحلَّل بمعدل 5,5 بالمائة كل عام، فإِن أَسلحة الانشطار المعزّزة بالتريتيوم، وكذلك الرؤوس الحربية النووية التي يفعّلها التريتيوم يجب أن تزوّد بالتريتيوم بشكل دوري، ولا يمكن أن تُترك مكدَّسة علىٰ الرفوف. وإِنتاج التريتيوم من خلال قصف الهيدروجين بالنيوترونات داخل مفاعلات نووية خاصة عمل باهظ الكلفة ناهيك عن كونه بطيئاً. ومن الممكن إِنتاج التريتيوم أيضاً أثناء التفجير النووي الحراري، وهذا ما ولّد فكرة معينة في ذهن تيد. لماذا لا نستخدم تدفق النيوترونات الناتج عن انفجار قريب لإِنتاج التريتيوم، ومن ثم نحصد النتائج؟

يقول لو ألن: «كان تيد غزيرَ الأفكار، ولم تخل أفكاره من بعض الغرابة. ومن الأفكار التي طرحها عندما كان في لوس ألاموس أن المرء يستطيع أن يستخدم السلاح النووي الحراري لإِنتاج مادة قابلة للانشطار، أي التريتيوم،

وذلك بتفجير هذا السلاح فوق حوض يحتوي مادة خاماً تتحوّل بفعل الانفجار، وفعل النيوترونات الناجمة عنه إِلىٰ عنصر آخر. فهل يمكن وضع غطاء فوق الحوض بطريقة ما تمنع تمزّق هذا الغطاء بفعل القنبلة إِذ ربما تظهر الحاجة لتفجير أكثر من قنبلة واحدة؟ وكيف سيكون سلوك هذه المادَّة في الكرة النارية؟ لذلك أجريت عدداً من التجارب الهادفة إِلىٰ معرفة ذلك».

ويتابع لو ألن توضيحه: «تمثَّلت إِحدى هذه التجارب بتعليق بعض الكرات من مادة خام أولية تغلفها طبقة سميكة نوعاً ما من الغرافيت من برج القنبلة ثم نرى إِذا كان بمقدورنا أن نستعيد هذه الكرات ـ فقد كانت من الفولاذ وبداخلها كبسولة من هذه المادة ـ ونعرف ما إِذا تحوّلت المادة الأولية إِلىٰ عنصر آخر وبقيت ضمن المصفوفة. فالفكرة تقضي بأن مادة الكربون سوف تحمي هذه الكرات الفولاذية التي ربما تتطاير ثم تغوص في رمال حقل التجارب في إِنويتوك ومن هناك نستعيدها. وقد نجحت التجربة. وعملت أيضاً أقراصاً أسطوانية الشكل من الفولاذ ووضعت المادة بداخلها، ووضعتها جميعاً في أسفل البرج لأرى إِن ظلت علىٰ حالها، فقد كانت بقطر يتراوح طوله بين ثلاثة وأربعة أقدام وارتفاعه ست أَو ثمان بوصات. وهنا بالطبع كانت بداية تفكير تيد في شأن ما تفعله القنابل في الصفائح الكبيرة».

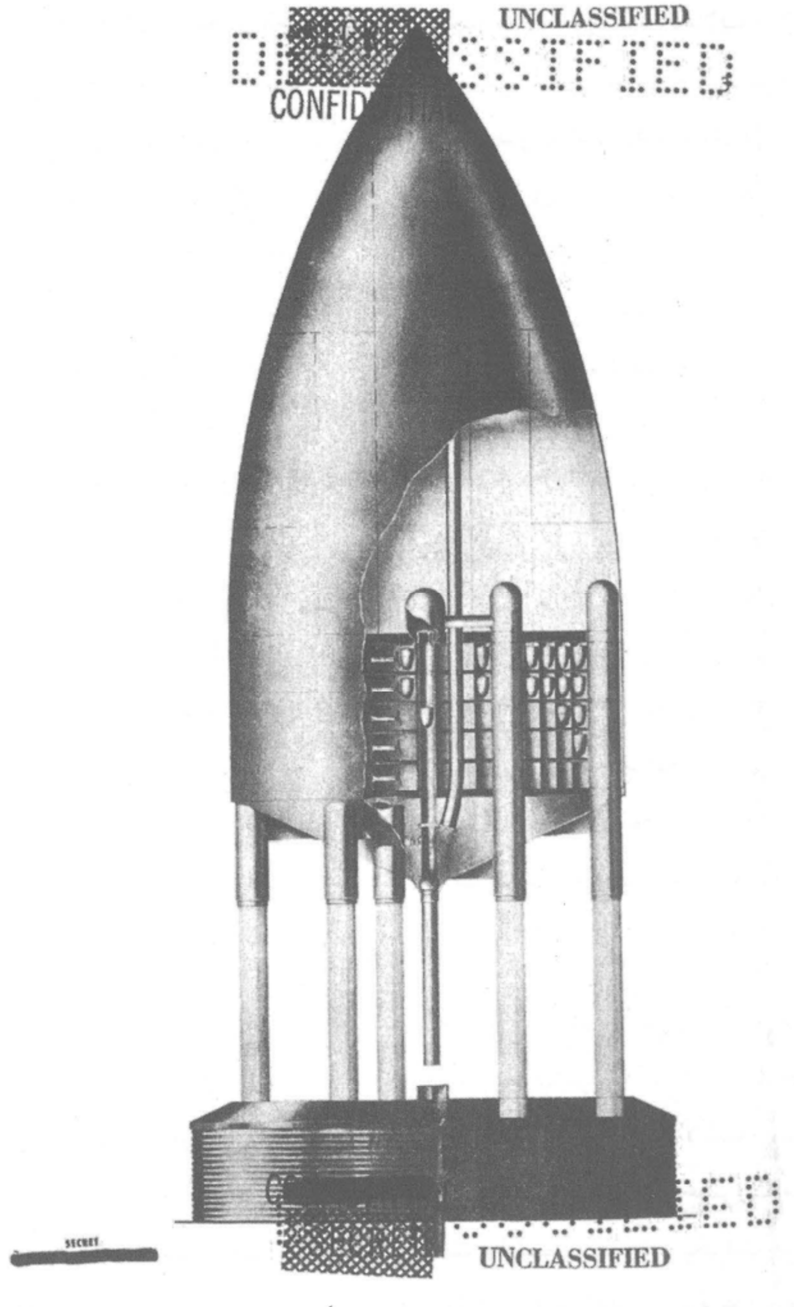
وكانت النتيجة المفاجئة ـ وهي إِحدى أُسس مشروع أوريون ـ أن بعض الكرات قد اندفعت مسافة أكبر مما يمكن تفسيرها بفعل الانفجار وحده. يقول ألن: «صادفتنا بعض المتاعب في العثور علىٰ بعض الكرات. وفكّرنا باستخدام أجهزة الكشف عن المعادن. ولم يخطر ببالنا أن الرمال عند قاعدة البرج تحتوي علىٰ قطع وشظايا معدنية أُخرىٰ، حيث جرت بعض التجارب من قبل، وأن الجهاز الكاشف سوف يعطي رنيناً طوال الوقت. وأخيراً قرّرنا استخدام آليات ضخمة تكشط الطرقات وجئنا بها لتجرف طبقة من الرمال بسماكة ست أَو ثمان بوصات ونحن نسير خلفها، نحاول العثور علىٰ تلك الأشياء». ثم أجريت

تجربة أُخرىٰ فيما بعد لاختبار واحد من التصاميم المعزّزة التي وضعها تيد، وقد سميت هذه التجربة باسم Viper، وكانت خطوة هامة إِلىٰ الأمام في مجال استخدام المعزّز، وكانت تصميماً مختلفاً عن السَّابق. لكني أفضل عدم التحدّث عنه».

وقد أجرى لو آلن سلسلة من التجارب المماثلة في صحراء نيفادا، يعلق كرات من هذه المادة في أبراج إِطلاق القنابل نُصبت في هذه الصحراء أثناء سلسلة من تجارب عُرفت باسم تجارب Teapot في شهر نيسان/ أبريل عام 1955. حيث يقول برونو أوغنشتاين Bruno Augeustein من شركة RAND: «وقد استرجعنا عدداً من هذه الأجسام فيما بعد وتفحصناها، وأمكننا التأكّد بصورة معقولة من حالتها وأماكن هبوطها أن هذه الأجسام قد جرى «دفعها» بواسطة آلية معينة في انفجار نووي». وقد استحوذت هذه النتائج، سواء من تجارب أُجريت في نيفادا أَو في إِنويتوك، علىٰ اهتمام العاملين في شركة RAND واهتمام جماعة إِدوارد تيللر في ليفرمور الذين كانوا يدرسون إمكانية التوصّل إِلىٰ مرحلة أعلىٰ من قوة الدفع بالقنابل من أجل الصواريخ البالستية عابرة القارات ذات الوقود النووي الحراري وذلك بصورة مستقلّة وفي وقت سبق إِطلاق القمر السوفياتي سبوتنيك. ففي مؤتمر عُقد في شهر شباط/ فبراير عام 1957 تحدَّث توم وينرايت Tom Wainwright، أحد الفيزيائيين العاملين في ليفرمور عن مادة لا فلزية مثل البكاليت Bakelite وقال إِن هذه المادة أقل تعرّضاً لفقدان الحرارة، وهذه ظاهرة غدت ذات أهمية كبرى في حماية الصفيحة الدافعة لمركبة أوريون ضد الانفجارات المتكررة، وقد جاء في تقرير له «عندما وضعت عينات من مادة بلاستيكية علىٰ بُعد 100 قدم من مركز تفجير بقوة 15 إِلىٰ 25 كيلو طن تبين أن فقدان الكتلة لهذه العينات كان صغيراً جداً». ولكن لم ينتج شيء عن هذا الاقتراح الذي تقدم به العلماء من ليفرمور، بل لقد دفن هذا الاقتراح سرّاً في تلك الفترة الفاصلة بين اقتراح أولام لعام 1955 وذلك الصخب الذي ترافق مع إِطلاق القمر سبوتنيك، حين انطلق مشروع أوريون.

وبعد أن وضعت معاهدة حظر التجارب النووية في الغلاف الجوي حداً لمثل هذه التجارب، بقيت كرات لو آلن بين الآثار المتبقية من عهد كان فيه مشروع أوريون علىٰ وشك الانتقال نحو التجارب النووية. يقول باد بيات Bud Pyatt الذي كان يأتي إلىٰ إنويتوك بين آونة وأُخرىٰ لدراسة نتائج تجارب سابقة: «إنها لا تزال موجودة. ويمكن للمرء أن يذهب ويرى تلك الكرات الفولاذية الشهيرة التي كانت من حيث درجات الحرارة ضمن مجال 150000 درجة كالفن التي تصل إليها درجة حرارة الكرة النارية. إن ظاهرة الحماية الذاتية ضد التبدّد الحراري والتآكل من خلال إحداث طبقة ساخنة تكون عديمة الشفافية بشكل كافٍ لحماية ما يتبقّى من الكرة ضد أي نوع من الإشعاع هي ملاحظات هامة جداً من حيث قدرتنا علىٰ تكوين تلك الطبقة أَو الصفيحة الدافعة التي يمكن وضعها قريباً بجوار الانفجار النووي». لكن أحداً في عام 1956 لم يحسن فهم واستيعاب لماذا وكيف تحتفظ هذه الأجسام ببقائها دون أن تفنى. وهذا ما شجع مجموعة صغيرة من علماء الفيزياء للاستفادة من تجارب تطوير القنابل واختبارات وثوقية الأَسلحة. يقول تيد: «لا تزال توجد العشرات من تأثيرات الأَسلحة بحاجة إِلىٰ تفسير، كل ما فعلناه أننا واصلنا تجاربنا واختباراتنا لهذه الأَسلحة دون أن نحاول فهمها. كنا نعرف الكثير عن طريقة صنع القنابل لكننا لا نعير اهتماماً لما تفعله هذه القنابل».

وطبقاً لما يقوله تيد فإن تجارب لو آلن هي التي عملت علىٰ إقناع المتشككين، بمن فيهم هو نفسه. وكما يقول فريمان: «كان مفاجأة كبرى للعديد من الناس أن يدركوا أننا قادرون علىٰ الاحتفاظ بالأشياء كما هي إن وُضعت علىٰ بُعد عشرين قدماً من مركز انفجار بقوة بضع عشرات من الكيلو طن. وبعد حصولنا علىٰ هذه المعلومات والصور الضوئية لكرات من المعدن تحميها طبقة من الغرافيت ولا تظهر عليها أية علامة متسبِّبة عن انفجار غير عادي تولّدت لدي قناعة بجدوى هذا المبدأ بمجمله. وقد ساعدتنا هذه



نموذج تجريبي لمركبة تزن 200 طن، عام 1962: القطر 30 قدماً ودور النبضة 0,78 ثانية، والمسافة الفاصلة 75 قدماً والتسارع 1,9 g، والشحنات 220 رطلاً، والمردود غير معروف.

التجارب في إِقناع الآخرين بأن فكرة مركبة فضائيَّة، مثل أوريون، تنجو من الفناء إِثر سلسلة متتابعة من الكرات النارية ليست بالفكرة السخيفة. لقد بينت هذه التجارب أن الأجسام الصلبة تنجو وتحتفظ ببقائها بأفضل كثيراً مما يتوقعه الجميع. وهي في غاية الأهمية لنا لأننا نستطيع أن نقول: «انظروا، لقد فقدت قطعة البلاستيك هذه (س) من المილليمترات من سطحها وهي وسط كرة من النار لمدة لا تزيد عن نصف ثانية». ولهذا السبب يمكن القول إِن فكرة مشروع أوريون ليست محض خيال».

عندما يصف لو آلن ما كان يفكر به تيد عام 1955، يبدو الأمر وكأن مشروع أوريون قد قلب رأساً علىٰ عقب، حيث يقول: «تصنع حوضاً كبيراً علىٰ شكل نصف كرة وتضعه في مكان ما بمنطقة نائية، ثم تطلق من مركز هذا الحوض عدداً من القنابل النظيفة نسبياً. وحيث أن هذه القنابل نظيفة، وبما أنك صمّمت هذا الحوض بحيث لا تتطاير هذه المادة، فسوف لا يحصل للجو أو للبيئة المحيطة بك أي تلوث علىٰ الإِطلاق. تفجر عدداً معيناً من هذه القنابل ـ نسيت عددها، أَو لنقل اثنتي عشرة، ـ وبعدئذ تعود لتبحث عن الناتج لتجد أن التريتيوم أَو الليثيوم (6) أَو الثوريوم القابل للانشطار. واقتصاديات هذا العمل معقولة وليست مكلفة. فكل ما تحتاجه ليكون غطاء هو الأسفلت. وهو مادة تتآكل لكنها تتمتّع بالمرونة الكافية التي تمنعها من التموج والترقرق والتمزق. وقد أثبتت التجارب التي أُجريت في المحيط الهادي أن المواد تبقى ضمن المصفوفة التي أعددتها. ولولا هذه العقبة الصغيرة المتمثِّلة يكون المرء لا يريد مواصلة تفجير القنابل في كل الأنحاء فإِن الفكرة تبدو ناجحة إِلىٰ حد بعيد. وقد جرى هذا كله قبل انطلاق القمر سبوتنيك. ولا بد أن تيد كان يفكر جدياً في حقيقة تقول إِنَّه لم يكن فقط يغمر المادة بالنيوترونات، بل كان أيضاً يفعل ذلك باندفاع قوي».

عُرف هذا البرنامج باسم BATS، اختصاراً للتسمية Bomb Assisted Tritium

Supply أَو التزود بالتريتيوم بمساعدة القنابل». ومن هنا يمكن اعتبار مشروع أوريون بأَنَّه برنامج BATS وقد قلب جانبه الصحيح إِلىٰ الأعلى. يقول لو آلن: «كان تيد عالماً عملياً بحق وحقيق، شارك في تصميم بعض الأَسلحة الهامة عندما كان في لوس ألاموس. وكان مقبولاً ضمن أسرة العلماء النظريين لكونه عالماً حقاً واقعياً وليس جامد الذهن. لذلك، عندما قدم إِلينا هذه البرامج العديدة، التي لو أن أحداً سواه قدمها لألقيت في سلة المهملات فوراً، وجدت استحساناً وقبولاً لمجرد أن من قدمها هو تيد».

ويمضي آلن قائلاً: «عندما ابتدأ مشروع أوريون، كانت التجارب الجوية للقنابل معترفاً بها ومسموحة. وهذا يعني أن باستطاعة المرء أن يجري التجارب وقت يشاء. وقد أحسسنا، نحن الذين نقوم بهذه الأعمال، أن معظم النتائج التي أقلقت الناس كانت مُبالغاً فيها. وشعرنا أيضاً أَنَّه لا توجد تلك المشكلة الكبيرة. والواضح أن هذه الأفكار قد تبدلت. ولكن ولفترة وجيزة من الزمن علىٰ الأَقل في تلك الأثناء لم تكن الفكرة غير معقولة. لهذا، وفي السنة الأولى أَو نحو ذلك، علىٰ الأَقل، كانت القضية التي تشغل بال الكثيرين «هل يكتب النجاح لهذا المشروع؟» ثمة تحديات تقنية عديدة، وقد تزايد حتى غدا ذلك الشيء الكبير. فهل يمكن للمرء أن يصل به إِلىٰ قمة النجاح؟ وفي وقت لاحق وبعد أن تم التوقيع علىٰ معاهدة حظر التجارب، سمعنا الناس يقولون: «مهلاً، انتظر لحظة! لنفرض أن مشروعاً كهذا سوف ينجح، فهل أنت حقاً تريد أن تبدأ بإِطلاق القنابل؟» كنا جميعاً نشك في أن أحداً يريد ذلك. لكننا أحسسنا أَنَّها فكرة أقرب إِلىٰ الخيال وفي الوقت نفسه تثير الحماس، وأَنَّها بكل تأكيد جديرة بالبحوث التي أُجريت».

9

وكالة مشاريع البحوث المتطورة

عندما تقدَّمت شركة جنرال أتوميك باقتراحها لصنع مركبة فضائيَّة تعمل بقوة دفع نووي متولدة عن تفجير القنابل ظل هذا الاقتراح طوال الشهور الستة الأولى من عام 1958 يدور من مكتب إلىٰ آخر دون أن يبت أحد بأمره. فالمسؤولون الذين رأوا في هذا الاقتراح فكرة بعيدة عن الواقع أحجموا عن إعطاء جواب بالنفي. والمسؤولون الذين رأوا فيه إمكانية النجاح لم يجرؤوا علىٰ إعطاء جواب إيجابي. وهكذا ولد مشروع أوريون يتيماً منذ البداية. وطوال السنوات السبع التي عاشها كان المشروع مبتلى، سياسياً، بمزايا جعلته مقبولاً لدى أشخاص من أمثال فريمان وتيد. يقول بعضهم إن برنامجنا العسكري للفضاء غير قادر علىٰ تبنّي مشروع يهدف إلىٰ الاستكشاف السلمي للمجموعة الشمسية. ويقول آخرون إن برنامجنا الفضائي غير العسكري لا يقبل تبنّي مشروع تكون القوة الدافعة فيه هي القنابل. ولكن وخلال فترة وجيزة جداً من عمر هذا المشروع دخلت وكالة مشاريع البحوث المتطورة ميدان العمل واثقة من قدرتها علىٰ تحقيق البرنامجين معاً.

وتضافرت جهود تيد تايلور الدبلوماسية مع النفوذ التي يتمتع به فريدي دي هوفمان لدى شركة جنرال داينامكس General Dynamics وهيئة الطاقة الذرِّيَّة، إلىٰ جانب جهود فردية أُخرىٰ من أشخاص مثل لو ألن لدى المؤسَّسة

العسكرية، حتى أثمرت باتفاق أتاح الفرصة لتحقيق مشروع أوريون. كانت ثمة ستة أماكن في مطلع عام 1958 حيث يمكن لهذا المشروع أن يسعى للحصول علىٰ التأييد وهي: شركة جنرال داينامكس وهيئة الطاقة الذرِّيَّة والبنتاغون والكونغرس ووكالة مشاريع البحوث المتطورة وهيئة الفضاء الأَمريكية ناسا NASA، التي لم تكن قد تشكّلت بعد. يقول فريمان في هذا الصدد وفي أعقاب زيارة قام بها إِلىٰ واشنطن بصحبة تيد في ربيع عام 1958: «قال بعض الأشخاص الهامين «أجل، إِنَّه مشروع عظيم الأهمية. وحقيقة الأَمر أَنَّه مشروع هام جداً حتى أنني لا أستطيع أن أفعل شيئاً حياله حتى يقرّر الكونغرس من الذي سيتولى أمره». والكونغرس الآن ينشغل بأمر إِحداث وكالة فضاء جديدة تتولى أمر جميع المشاريع غير العسكرية المشابهة».

والكونغرس هو السبيل البطيء لإِطلاق أي شيء إِلىٰ الفضاء. ففي شهر كانون الثاني/ يناير من عام 1958 وفي الوقت الذي كان فيه وزير الدفاع نيل هـ. ماك إِلروي Neil H. McElroy يسعى لإِحداث وكالة مشاريع البحوث المتطورة ARPA عقدت اللجنة المشتركة من مجلسي النواب والشيوخ حول الطاقة الذرِّيَّة سلسلة من جلسات الاستماع حول استخدام الطاقة النووية كقوة دفع في الإِنطلاق نحو الفضاء الخارجي أمام عدد من أعضاء الكونغرس ذوي النفوذ كان من بينهم السناتور كلنتون ب. أندرسون Clinton P. Anderson عن ولاية نيومكسيكو رئيس اللجنة الفرعية الخاصة بشؤون قوة الدفع للفضاء الخارجي، والسناتور ألبرت غور Albert Gore عن ولاية تينيسي. وكان لدى أعضاء الكونغرس المجتمعين سؤالان رئيسيان يريدون طرحهما علىٰ علماء الفيزياء الذين استدعوا لهذه الجلسات وكان بينهم ستان أولام من لوس ألاموس وتيودور ميركل Theodore Merkle من ليفرمور. والسؤالان هما: «هل يستخدم الروس الطاقة النووية لإِطلاق قمرهم الصناعي سبوتنيك؟ وهل تستطيع الولايات المتحدة استخدام الطاقة النووية لتستعيد مركزها القيادي في هذا المجال؟» توجّه السناتور جون باستور John Pastore عن ولاية رود آيلاند Rhode

Island بسؤاله إِلىٰ الدكتور أولام: «هل تؤمن بالقول التحذيري بأن الدولة التي تسيطر علىٰ الفضاء الخارجي تسيطر علىٰ العالَم؟» وأجاب أولام الذي سبق له أن أشار إِلىٰ إمكانيات مثل تلك التي لدى مشروع أوريون قائلاً: «إِذا كانت دولة معينة تسيطر علىٰ حركة الرحلات الفضائيَّة وتملك القمر في حوزتها، فمن الطبيعي أن يبدو الأمر لي، بأنَّها تهيمن علىٰ كوكبنا هذا أيضاً. وعلىٰ النحو التالي جرى الحوار مع الدكتور ميركل:

النائب جيمس ت. باترسون من ولاية كونكتيكت: هل توجد نظرية تقول بعد أن يصل المرء إِلىٰ مسافة معينة فوق سطح الأَرض يصبح الغلاف الجوي مشابهاً للغلاف الذي نعيش فيه؟

الدكتور ثيودور ميركل: لست متأكداً أنني أفهم سؤالك.

النائب باترسون: لا أدري كيف أضع لك صيغة السؤال.

الدكتور ميركل: دعني أوضح الأمر كما يلي: إِن الغلاف الجوي للأَرض الذي نتنفس هواءه تضعف كثافته تدريجياً كلما ارتفعنا في الجو بعيداً عن سطح الأَرض.

النائب باترسون: وعندما تصل إِلىٰ ارتفاع معين، هل ينعكس حال هذا الغلاف؟

الدكتور ميركل: لا، بالتأكيد، يا سيدي. بعد أن يصل المرء إِلىٰ ارتفاع بضع مئات من الأَميال يختفي هذا الغلاف الجوي ولا يعود للظهور ثانية. فالفضاء الخارجي فراغ تام.

فالذي أتاح الفرصة لمشروع أوريون للخروج إِلىٰ حيّز التنفيذ هو هذا الفراغ السياسي الذي ساد الأوساط في أعقاب إطلاق القمر سبوتنيك. رعت شركة جنرال دايناميكس فترة الحضانة الأولى لمشروع أوريون التي امتدت تسعة شهور في شركة جنرال أتوميك بأمل أن تعوض هذا الاستثمار بعقود البحوث

والتطوير حالما يبدأ تنفيذ المشروع، متمنية أن ترى في يوم من الأيام أساطيل من مركبة أوريون تجوب أنحاء الفضاء الخارجي حاملة اسم جنرال داينامكس، مثلما حصل مع شركتها الفرعية Electric Boat حين أصبحت العلاقة التجارية الرائدة في صنع الغواصات الذرِّيَّة، بعد أن أنتجت الغواصة ناوتيلوس Nautilus التي تزن 3500 طن. فقد كان مقرَّراً أن تتم صناعة المركبة أوريون «علىٰ هيئة غواصة، وليس بهيئة طائرة» كما يقول فريمان، الذي لم ينسَ أن «فرع Electric Boat التابع لشركة جنرال داينامكس» كان إلىٰ حد ما ضالعاً في الموضوع. وقد تحدثنا معهم حول طريقة صنع الغواصات، وأظن أن بعض موظفي هذا الفرع قد تحدَّثوا عن ذلك مع تيد. وكان متوقعاً أن يحال التعهد إِليهم لو أن المشروع انطلق».

أما عالِم الفيزياء المعروف هيربرت يورك Herbert York الذي كان مستشاراً للرئيس أيزنهاور ثم عُيِّن أول مدير لمخابر ليفرمور عام 1952، وأول مدير فني لوكالة مشاريع البحوث المتطورة عام 1958 فيذكر أن جون جي هوبكنز John Jay Hopkins جاءه ذات يوم طالباً نصحه فيما إِذا كان يتعين علىٰ شركة جنرال داينامكس أن تقدِّم دعماً أكثر، حيث يقول: «قلت له إِنَّه من الجدير من وجهة النظر الحكومية أن يتم رصد مبلغ صغير من المال، مثل مليون دولار علىٰ أقل تقدير، للمضي قُدماً في هذا السبيل. لكنني قلت أيضاً لو كنت مشاركاً حقاً في استثمار أموال شركة جنرال داينامكس، فإِنني لن أقدم فلساً واحداً». الجدير ذكره أن هذه الشركة كانت علىٰ وشك أن تخسر ثروة كبيرة في محاولة فاشلة لدخول سوق صناعة الطائرات التجارية من خلال الطائرة النفاثة كونفير 880 Convair 880، لذلك كان هوبكنز ميالاً للأخذ برأي يورك. وعلىٰ أية حال فقد كان دعمها متوقفاً علىٰ مقدار ما تختار الحكومة من إِجراءات لتحمل معظم النفقات أثناء تنفيذ المشروع.

غير أن هيئة الطاقة الذرِّيَّة كانت إِلىٰ جانب المشروع بكل طاقتها. ولولا

دعمها ومباركتها لكان من المستحيل علىٰ مقاول من القطاع الخاص يعمل بصورة مستقلَّة عن مخابر الأَسلحة أن ينهض بمشروع يتطلب تنفيذه الإطلاع علىٰ أسرار نووية والعمل في قنابل نووية. وأبرم أول عقد لمشروع أوريون مع هيئة الطاقة الذرِّيَّة بقيمة 5000 دولار في شهر كانون الثاني/ يناير عام 1958، كان الهدف منه الحصول علىٰ معلومات سرية (بما في ذلك نتائج اختبارات لو آلن)، ولم يشتمل علىٰ أية تكاليف تتعلق بالبحوث والتطوير. وقد حرصت هيئة الطاقة الذرِّيَّة علىٰ تجنّب معاداة المؤسَّسة العسكرية من خلال ظهورها بمظهر من يقدم طروحاته الخاصة في سبيل مشاريع فضائيَّة. وقد أكَّد هيربرت يورك الذي بدأ يدلي بشهادته أمام لجنة الكونغرس المشتركة الخاصة بالطاقة الذرِّيَّة في عام 1953 أن ثمة معارك سياسية أكبر كثيراً من مشروع أوريون تدور رحاها في ذلك الحين، حيث يقول: «كانت هذه اللجنة المشتركة أكثر اللجان أهمية، وكان أعضاؤها يعلمون جيداً أن قضية الفضاء سوف تخرج الفائزة في النهاية، لذلك كانوا يبذلون الجهود المكثّفة ليأخذوا علىٰ عاتقهم مسؤولية الأمور المتعلقة بالفضاء. وهذا أمر خارج عن مقدرتهم. ربما كانت لديهم أجندا خاصة غير معروفة، وهو أَمر شبه مؤكد، فأَرادوا أن يوضحوا بطريقة أَو بأُخرىٰ أن قضية قوة الدفع في المركبات الفضائيَّة والطاقة النووية أمران مترابطان معاً بقوة وبصفة جوهرية وينبغي الإبقاء علىٰ هذا الترابط وعدم فصم عراه. وهي فكرة تكتنفها الريبة والشكوك ـ لكن اللجنة المشتركة هذه بدأت تخسر موقعها، وكذلك هيئة الطاقة الذرِّيَّة».

ومن ناحية أُخرىٰ، يتطلب إِحداث وكالة الفضاء الأَمريكية ناسا NASA قانوناً من الكونغرس، في حين تملك وزارة الدفاع صلاحية إِحداث وكالة مشاريع البحوث المتطورة ARPA بقرار تنفيذي يكون بمثابة الرد الفوري علىٰ إِطلاق القمر الصناعي السوفياتي سبوتنيك. وهذا ما أكّده هيربرت يورك حين قال: «كان ذلك الرد الشخصي من وزير الدفاع نيل ماك إِلروي علىٰ القمر

سبوتنيك». فكانت المهمة الأولى لهذه الوكالة تفادي حدوث أي تأخير في الأعمال يكون سببه المنافسات الحادة بين الجيش والبحرية والطيران. حيث كانت تنشأ مثل هذه النزاعات بين الفروع الثلاثة ليس فقط فيما يتعلّق بالأنشطة العسكرية، وإنما أيضاً في مجال استكشاف الفضاء، فالفروع الثلاثة هذه جميعاً كانت ترى في هذا الميدان امتداداً مرغوباً لمنطقة نفوذها، ناهيك عن سعي المقاولين لدى كل منها للحصول علىٰ قصب السبق والسمعة العالية في هذا «الغزو» السلمي للفضاء الخارجي. يضاف إلىٰ ذلك كله الضرورات العسكرية التي تحتم تشجيع المشاريع غير العسكرية نظراً لأهميتها القصوى في الاستطلاع والتوجيه وغير ذلك من الأغراض الدفاعية لذا يتوجب القيام بسابقة تضمن لها عدم قيام أية مركبة تحلّق عالياً في الفضاء بانتهاك حدود الوطن. وقد عهد إلىٰ وكالة مشاريع البحوث المتطورة ARPA ولمدة عام أَو نحو ذلك القيام بجميع المهام، العسكرية وغير العسكرية، قبل أن تخرج وكالة الفضاء ناسا NASA إلىٰ حيز الوجود، وحالما تأسّست ناسا توزعت المهام بين هاتين الوكالتين. يقول يورك: «لقد اضطلعت بالدور الأَكبر في جعل وكالة مشاريع البحوث المتطورة تشرف علىٰ تنفيذ الكثير من المشاريع، ثم سحبت بعض المهام منها عندما آن أوان ذلك. لكن أشد الأُمور صعوبة كان استبعاد وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة من أعمال النقل الفضائي الكبرى، والسبب في ذلك أن كلاً من فون براون والجيش كانا مصمّمين علىٰ عدم استبعادها، في حين كان الرئيس يريدها خارج هذا الإِطار». وعندما تولّت هذه الوكالة رعاية مشروع أوريون، افترض الجميع أن هذا المشروع سيكون عملاً فضائياً طويل المدى سوف يحال فيما بعد إلىٰ وكالة ناسا NASA عندما تستقر أمورها.

كان الاقتراح الذي تقدَّمت به شركة جنرال أتوميك يختلف اختلافاً جذرياً عن كل ما جرت دراسته عام 1958. وبينما كانت الولايات المتحدة تسعى جاهدة بكل ما لديها من طاقة لإِطلاق أقمار صناعية تدور في المدار الأدنى

حول الأَرض يزن الواحد منها أقل من مائة رطل، تقدّم تيد باقتراح لصنع مركبة تزن بكامل حمولتها نحو ألف طن. يقول العقيد الجوي دون بريكيت Don Prickett: «أذكر تلك الوثيقة. فقد جاء بها تيد إِلىٰ البنتاغون، وكنت إِذ ذاك مسؤولاً عما يسمونه المكتب النووي. رأيتها وقرأتها. وبالطبع فإِنني أهتم بكل ما له علاقة بهذه الأمور. وقد حوّلتها إِلىٰ لو آلن في كيرتلاند Kirtland لإِبداء الرأي. ومن ثم أحيلت هذه الوثيقة، علىٰ ما أذكر، إِلىٰ مؤسَّسة راند RAND، لتعطي رأيها فيها. لم أكن أعرف تيد حق المعرفة، لكن الاقتراح الذي جاء به كان مثيراً للاهتمام، لا سيما وأَنَّه قد جاء في وقت لم يكن فيه لدينا سوى القدر اليسير من معلومات عن منظومات الدفع، والروس لا يظهرون شيئاً من التعاون».

استحوذ مشروع أوريون علىٰ اهتمام كبير داخل قيادة القوى الجوية، لكن أحداً لم يستطع أن يطلع باقتراح يتضمن شرطاً مقبولاً من الناحية العسكرية يقتضي إِرسال مركبة فضائيَّة تزن 4000 طن إِلىٰ المريخ وأي كوكب آخر فيما وراءه. وقد جرى الحديث فعلاً عن القمر لدى أوساط الجيش ومن قبل فون براون. وقد أبدت المؤسَّسة العسكرية اهتماماً كبيراً بالإِمكانيات المتعلقة بإِقامة منصة رصد وإِطلاق للنيران تكون كبيرة الحجم ومأهولة. ولكن، حتى في عام 1958، كان الجميع يدركون (رغم سرِّيَّة المعلومات آنذاك) أنه في الوقت الذي يتم فيه تطوير مشروع أوريون، فإِن لدى الأقمار الصناعية غير المأهولة إِمكانية أن ترسل صوراً إِلىٰ الأَرض عالية الدقَّة. وسار مشروع أوريون متعثِّراً، إِنما نحو الأفضل أكثر مما هو نحو الأدنى. وعلىٰ أية حال لم تكن هناك مقتضيات عسكرية ملحَّة للقيام بأي عمل علىٰ هذا القدر من كبر الحجم، سوى تلك الحجة القائلة بأننا إِن لم نصنع مركبة أوريون، فإِن الروس سوف يقومون بصنعها أولاً. أَو كما قال فريمان في مذكراته: «من حسن حظنا أن ما نقوم به هنا لا يكتسب أية أهمية عسكرية. ورغم أنني أعد ذلك خطأً كبيراً، إِلاَّ أنني سُررت بأن يظل الجنرالات خارج هذا الإِطار لأطول مدة ممكنة».

وبقي هذا الاقتراح بين أخذٍ وردٍ بين وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة والجهات الأُخرىٰ حتى استقر أخيراً علىٰ مكتب هيربرت يورك في هذه الوكالة. يقول فريمان بعد أن تم التوقيع علىٰ العقد: «طلبنا من الحكومة بضعة ملايين من الدولارات للبدء بالمشروع. واللجنة المختصة بدراسة مقترحات من هذا النوع تتلقى ما لا يقل عن 500 اقتراح في العام للنظر فيها، ومعظمها يتسم بالغباء واللامعقولية، وهي جميعاً تطالب بالملايين من الدولارات للشروع في التنفيذ، وكل هذه المقترحات مقدَّمة من أشخاص يشعرون بالسخط والغضب إِن رفضت طلباتهم. لذلك كان من الطبيعي أن تميل اللجنة إِلىٰ رفض طلبنا، لا سيما وأن المشروع يبدو للوهلة الأولى بعيداً عن الواقع والعقل. من أجل ذلك كان يتعين علينا أن نتجنّب مقاومة اللجنة، ونستعين بأشخاص ذوي نفوذ لدى الحكومة ليقنعوا أعضاء هذه اللجنة بأن يؤمنوا بنا وبمشروعنا ويقدموا توصية حسنة، وما إِلىٰ ذلك. وعلىٰ العموم فقد تعاملت اللجنة معنا معاملة حسنة، وأتاحت لنا عدداً من الاجتماعات لنوضح ما نريد أن نفعل، وفي المحصلة وافقت علىٰ منحنا التمويل اللازم. وقد استغرق ذلك ما ينوف عن ستة شهور».

ويمضي فريمان قائلاً: «غير أن أحد أسباب تباطؤ هذه الإِجراءات أننا سوف نوضع تحت إِشراف ومسؤولية وكالة فضاء مدنية تتولى كافة برامج الفضاء العلمية ذات المجال البعيد وغير ذات الأغراض العسكرية. لكن هذه الوكالة لم تكن قد أحدثت بعد، وربما لن تحدث قبل بداية العام القادم. وفي الوقت نفسه كانت وزارة الدفاع الجهة التي تدفع لنا رواتبنا من الأَموال المخصّصة لديها للبحوث. لذلك لا بد من الحصول علىٰ موافقة وزارة الدفاع علىٰ العقد، وبخاصة من الأشخاص الذين سيتولون إِدارة تلك الوكالة الخاصة بالفضاء، التي باعتقادي ستكون شيئاً عظيماً. فهي تلقى التأييد المطلق في الكونغرس وسيكون بمقدورها أن تُشرف علىٰ مشروعنا حتى نهايته».

وبذل فريق العمل في مشروع أوريون جهوداً حثيثة لحشد التأييد. حاول

بيثه كسب تأييد جيمس كيليان James Killian رئيس اللجنة الاستشارية العلمية للرئيس أيزنهاور. وسعى أولام للحصول علىٰ تأييد الكونغرس من خلال اللجنة المشتركة الخاصة بالطاقة الذرِّيَّة. واضطلع لويس شتراوس Lewis Strauss رئيس هيئة الطاقة الذرِّيَّة بدور الحصول علىٰ تأييد كل من وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة ووزارة الدفاع. يشير لو آلن أنَّه يذكر أن إِدوارد تيللر كان أول شخص يخبره عن هذا المشروع وجاء به من البوكرك إِلىٰ لا جولا ليلتقي مع تيد تايلور ويحث قيادة القوى الجوية لتأييد هذا المشروع.

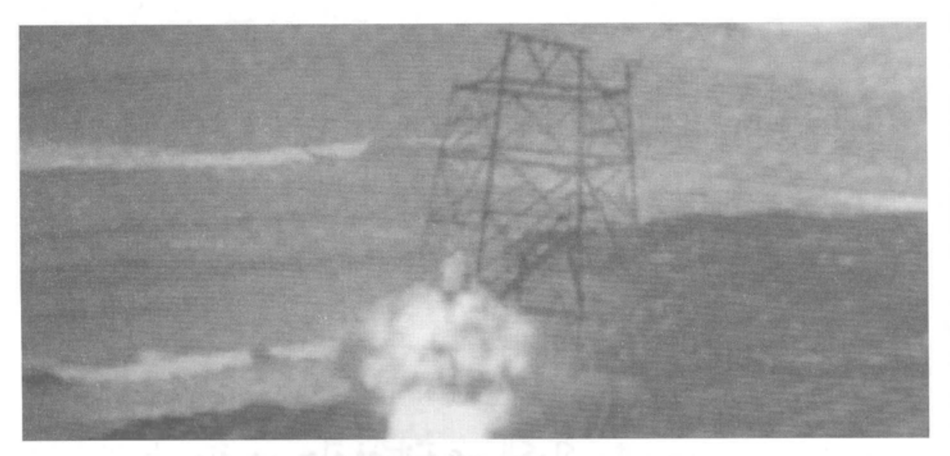
وأخيراً، وبعد أن تقرّر في مطلع عام 1958 بألاّ تضطلع قيادة القوى الجوية بمشروع أوريون بصورة مباشرة، تقدم لو آلن بتوصيته بأن تتولى وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة تقديم التمويل اللازم، إِنما بجهد نظري متواضع يكون من شأَنَّه تخفيف العبء السياسي والتكاليف. وقد جاء في تقرير سطره فريمان في شهر أيار/ مايو عام 1958: «يبدو المشروع من الناحية النظرية علىٰ الأَقل مشروعاً مفيداً قابلاً للتنفيذ فيما عدا ذلك الاعتراض الجاد بأنه أثناء الانطلاقة الأولى من الأَرض، وحين تكون المركبة داخل الطبقة السميكة من الغلاف الجوي، تكون المركبة داخل كرة نارية تعد من الأَسلحة. ربما نتمكّن من وضع تصميم يضمن لها البقاء لكن هذا ليس بالأَمر السهل. ومع أننا نحمل في أذهاننا بعض التحفظات حول جدوى المشروع، إِلاَّ أن المكافأة النهائية كبيرة جداً تجعلنا نشعر بضرورة متابعة البحوث. وقد عملت شركة جنرال أتوميك حتى الآن بموجب عقد مع هيئة الطاقة الذرِّيَّة ليس له تمويل، وهي الآن، تطالب بمبلغ يقارب أربعة ملايين دولار من أجل القيام ببرنامج طموح يتضمن العديد من التجارب. وقد سمعنا أن وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة تدرس إِمكانية منح هذا المبلغ وأن موقفها إِيجابي. ومع ذلك داخلنا إِحساس بأن المبلغ خيالي، وأوصينا بجهد أكثر تواضعاً في الوقت الراهن لكي يلقى التأييد، يكون علىٰ أبعد تقدير بضع مئات من ألوف الدولارات من أجل تمويل

دراسات تُجرى في السنة القادمة. فالفكرة جيدة ومكافأة النجاح عظيمة جداً لكن فرصة تحقيق النجاح ضئيلة، إنما الفرصة كبيرة جداً لتتكشف أمامنا من خلال الدراسة بدائل أُخرىٰ أَو أفكار جديدة ذات أهمية عملية كبرى».

وكان هيرب يورك في موقف صعب. إذ بصفته مندوب الرئيس أيزنهاور كان يشك في توجّه سلاح الطيران نحو صنع منظومات أَسلحة باهظة التكاليف غير مطلوبة لخوض الحروب. ومن جهة أُخرىٰ، كانت المهمة الملقاة علىٰ عاتق وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة تقتضي دراسة كافة الخيارات دون أن تترك واحداً منها بلا تمحيص ودرس عميق. وكان السياسيون أكثر ميلاً للشعور بالرهبة والخضوع أمام العلماء من أمثال بيثه ودايسون وروزنبلوث، لكن شيئاً من هذا القبيل لا ينجح مع عالِم فيزيائي مثل يورك الذي وصف العلماء بقوله: «قد يكون الأذكياء جداً سذجاً ولا يختلفون في سذاجتهم عن الأغبياء، وربما يتفوّقون عليهم في السذاجة». وقد رفض أن يصدّق التكاليف التقديرية للمشروع حيث قال: «ليس هذا فقط في موضوع أوريون، وإنما كل تقدير للكلفة يقدمه عالِم فيزياء يحتمل الخطأ الكبير. وكلما ازداد علم هذا العالِم، يكثر احتمال الخطأ».

بيد أن هيرب يورك، رغم ذلك، كان شديد الحماس للمشاريع الفضائيَّة. يتحدَّث عن نفسه فيقول: «إنني أنتمي إلىٰ جيل الثلاثينيّات واهتماماته الفضائيَّة وبك روجرز Buck Rogers وقصص الخيال العلمي. كنت مولعاً بعلوم الفلك. ومن أفضل الكتب التي طالعتها كتاب يحمل عنوان «الفلك للهواة Astronomy for Amateurs» من تأليف عالِم فلك فرنسي اسمه كميل فلاماريون Camille Flammarion أعطاني إياه عم لي عندما كنت في الثامنة أَو التاسعة من عمري». وعندما كان عضواً في لجنة فون نيومان Von Neumann التي إليها يعود الفضل في وضع الولايات المتحدة علىٰ طريق الغزو السلمي للفضاء وصنع الصواريخ البالستية عابرة القارات والحاملة للقنبلة الهيدروجينية وذلك قبل إنطلاق القمر







تحليق حر لنموذج النسخة الأولى بطول متر واحد وقوة دفع بالمتفجرات، تشرين الأول/ أكتوبر 1959

الفضائي السوفياتي بوقت طويل، فقد كان له دور كبير في توجيه القرارات التي حددت الأجندا العالَمية للبرامج الفضائيَّة. وفي عام 1958 وضع تقريره السري الذي رفعه إلىٰ أيزنهاور وإلىٰ كيليان Killian والذي تضمن مخططاته لصنع سلسلة من أجهزة التعزيز الكبرى وبه طالب بالقيام برحلة إلىٰ القمر خلال فترة تتراوح بين عشرة أعوام إلىٰ عشرين عاماً، وقد أثبتت الأيام صحة ما جاء في تقريره. لكن الأولوية في عقد الخمسينيّات كانت من نصيب الصواريخ البالستية عابرة القارات. أما أولئك الذين كانوا في صف يورك فقد احتفظوا بأَحلامهم لأنفسهم لا يشاركهم فيها أحد. وهو يقول في ذلك: «في ذهن كل واحد منا، كان الدافع الذي يحرِّكنا جميعاً ـ ربما ليس الجميع، بل غالبيتنا وهذا يشمل فون نيومان والآخرين ـ هو تلك الإِمكانية ذات المدى البعيد، أَو بتعبير أدق، فكرة أن يقوم الإِنسان برحلة فضائيَّة يجوب فيها أنحاء الكون. لكن لم يكن هذا ما كنا نعمل عليه».

عندما تسلم يورك منصبه مديراً فنياً لوكالة مشاريع البحوث المتطوّرة بتاريخ 17 آذار/ مارس عام 1958 وجد علىٰ مكتبه اقتراحاً لصنع مركبة فضائيَّة تزن 4000 طن وتقوم برحلة فضائيَّة عبر الكواكب السيارة. وفي ذلك يقول: «كان الوقت في أعقاب إِطلاق القمر سبوتنيك حين كان الجميع يبحثون عن رد لهذا الحدث وينظرون إلىٰ التكنولوجيا علىٰ أَنَّها المكان المناسب لإِعطاء هذا الرد، ومنها يمكن أخذ الكثير من الأشياء التي يصعب الحصول عليها في الظروف العادية لتوضع ضمن مظروف هذا الرد». وبناء علىٰ ذلك أمر بإِجراء دراسة جدوى تمتد لفترة عام كامل مع «تفاهم شفهي بأن العقد المُبرم لهذه الدراسة سوف يمدّد بمعدل أعلىٰ إذا ثبت فنياً استحالة تأكيد عدم وجود جدوى عند نهاية السنة الأولى»، طبقاً لما جاء علىٰ لسان مسؤولين في مركز الأَسلحة الخاصة التابع لقيادة القوى الجوية. كان يورك يؤمن بوجوب إِعطاء هذه الفكرة الفرصة الكافية، رغم أَنَّها فكرة بعيدة الاحتمال، حيث يقول: «كانت وقتاً ليس

ليس مثيل. عندما كنا نعمل علىٰ إطلاق عمل وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة، كنا علىٰ أتم الاستعداد لتجنيد بعض الطيارين. لم أفكر قط أنه مشروع ذو جدوى، لكنها في الوقت نفسه فكرة ممتازة. وقلت في نفسي إنها فكرة تثير الاهتمام وأنَّها في نهاية المطاف تتضمن إمكانيات رائعة يجدر الاهتمام بها حتى لو كانت دراسة الجدوى غير مشجعة. وجربت أن أضع صيغة تلك التركيبة بطريقة أَو بأُخرىٰ وأجري عملية الضرب الحسابي».

وتمثَّلت نتيجة قرار وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة بإبرام العقد رقم AF 1812 - (600) 18 مع وزارة الدفاع بعنوان «دراسة جدوى مركبة فضائيَّة تعمل بقوة دفع من القنابل النووية» بتاريخ 30 حزيران/ يونيو عام 1958، وقعت عليه كل من قيادة البحوث والتطوير التابعة للقوى الجوية وشركة جنرال داينامكس التابعة لشركة جنرال داينامكس. نصَّت الجملة الأولى من بيان الإشعال الملحق بهذا العقد علىٰ ما يلي: «تدل الدراسات التمهيدية علىٰ إمكانية استخدام القنابل النووية كمصدر للطاقة تدفع مركبة كبيرة جداً ومأهولة نحو سرعات عالية جداً». وفي تقرير مطول يتألّف من ثلاث وعشرين صفحة وضع الإطار التصوري والعقدي لعمل استغرق سبع سنوات تلت التوقيع علىٰ العقد.

كما جاء في نصوص العقد: «إذا كان مبدأ هذه الفكرة ذا جدوى، فمن الممكن إيجاد طاقة تدفع مركبة تزن عدة آلاف من الأطنان نحو سرعات عالية جداً تفوق سرعة الانفلات من الجاذبية الأرضية بعدة أضعاف. ومثل هذه المركبة سوف تشكِّل تطوراً علىٰ جانب كبير من الأهمية في مجال قوة الدفع الفضائيَّة. والفكرة التي سيقوم بدراستها المتعهد بموجب هذا العقد هي باختصار: قرص دائري الشكل من مادة تدعى «الدافع» يتصل بواسطة آلية معينة تمنع الصدمات وتمتصها بمتن المركبة المتوضع فوق مجموعة «الدافع وماصات الصدمة»، تختزن السفينة عدداً من القنابل النووية يتم إطلاقها علىٰ فترات منتظمة تحت الدافع، وكل قنبلة منها محاطة بكتلة من المادة تسمى الوقود

الدفعي. ونتيجة لكل انفجار يقوم هذا الوقود الدفعي الذي تحتويه زاوية مجسمة تحت الدافع بضرب الدافع وبدفعه إلىٰ الأعلىٰ نحو ماصات الصدمة التي بدورها تعطي المركبة نبضة تتحملها بنية المركبة».

بلغت قيمة العقد ـ. 949550 دولاراً يضاف إليها أجر ثابت قدره ـ. 50200 دولار لتصبح القيمة الإجمالية ـ. 999750 دولار. يقول إد غيلر Ed Giller الفيزيائي الشاب والضابط برتبة عقيد في سلاح الجو كان أول من حلّق بالطائرة المقاتلة P-38 وقادها في عمليات قتالية في أجواء أوروبا وتسلّم عام 1958 منصباً إدارياً فعّالاً في مركز الأَسلحة الخاصة التابع لقيادة القوى الجوية: «لا بد أنه يوجد حد لا يمكن تجاوزه هو سقف المليون دولار». يؤيد ذلك ما قاله دون بريكيت: «قريباً جداً من الحد الأَقصى!».

وكانت المشكلة التالية ماذا يصنعون بهذه الأموال، إذ ليس بوسع وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة أن تعطي هذا المبلغ إلىٰ شركة جنرال أتوميك ثم تدير ظهرها. ومن الناحية الرسمية تم التوقيع علىٰ العقد مع قيادة البحوث والتطوير التابعة لسلاح الجو الأَمريكي من خلال فرعها في لوس أنجيليس ممثلة بإدارة المشتريات الجوية في سان دييغو وبحيث يكون الاختصاص الفنِّي وتنظيم التقارير بإشراف مركز الأَسلحة الخاصة التابع للقوى الجوية من قاعدتها الجوية كيرتلاند في منطقة البوكرك. بيد أن الاستحصال علىٰ تصميم لمركبة فضائيَّة تعمل بقوة دفع من القنابل النووية لا يشبه علىٰ الإطلاق عملية الاستحصال علىٰ قطع غيار للمحركات العادية أو شراء طلاء خاص بمدرجات المطار. لهذا السبب برز علىٰ الفور ذلك الصراع البيروقراطي بين لا جولا ولوس أنجيليس، وذلك ابتداء من إجراءات تحويل وثائق سرِّيَّة في حوزة هيئة الطاقة الذرِّيَّة إلىٰ وزارة الدفاع وانتهاء بمنازعات حول ما إذا كان المستشارون العاملون في مشروع أوريون سيتقاضون أجورهم وتعويضاتهم بما يتعلّق بالتكاليف الحقيقية أو المصروف اليومي في الفندق من المتعهد أم من غيره. وفي هذا الصدد

وجهت إدارة المشتريات في سان دييغو كتاباً إلىٰ جنرال أتوميك تطلب فيه إليها الاستعانة بمستشارين وعلماء فيزياء يتقاضون أجراً أقل كلفة وبحيث تكون إقامتهم أكثر قرباً من منازلهم فأجاب الموظف المسؤول عن تنفيذ العقد لدى جنرال أتوميك بقوله: «نحن لا نعتبر الدور الرئيسي لشركة جنرال أتوميك يقتصر علىٰ مجرد هندسة المفاهيم الحالية لتعطي منتجات محسنة قليلاً. كما أن كلفة الإقامة في الفندق في بعض المدن الكبرى التي ذكرتها لا تزيد إلاَّ قليلاً جداً عن مبلغ 10 دولارات وتقترب من كلفة الإقامة في مدينة نيويورك البالغة 10 إلىٰ 20 دولاراً في الليلة الواحدة».

وتوسط في هذا الشأن مركز الأَسلحة الخاصة التابع للقوى الجوية الذي يتألَّف في معظمه من علماء فيزياء جويين وتولى علىٰ الفور الإشراف الكامل علىٰ تنفيذ العقد. يقول غيلر Giller: «شعر الأشخاص الفنيُّون بسرور عظيم إزاء هذا التحوّل وتولّدت لديهم رغبة قوية للعمل في المشروع. أذكر أنني كنت أسافر بطائرة من طراز B-25 إلىٰ شركة جنرال أتوميك مصطحباً معي عدداً كبيراً من هؤلاء الفنِّيين يجلسون في مؤخرة الطائرة حيث يدوي صوتها كالجحيم. كنا جميعاً نذهب لزيارة الشركة بالطائرة ونعود إلىٰ قاعدتنا مراراً». يبعد موقع شركة جنرال أتوميك مسافة خمسة أميال إلىٰ الغرب من قاعدة ميرامار Miramar الجوية التابعة لسلاح البحرية، وكانت الرحلة الجوية من مطار البوكرك لزيارة هذه الشركة طريقة يفضلونها لكسب وقت إضافي في الطيران وللتحقّق من سير تنفيذ العقد ولربما يسعدهم الحظ بالالتقاء مع هانز بيثه أَو غيره من الفيزيائيين اللامعين في مأدبة غداء. لقد نشأ توافق وانسجام تامين بين مشروع أوريون ومركز الأَسلحة الخاصة التابع للقوى الجوية.

يقول غيلر Giller: «كنا في مركز الأَسلحة الخاصة بحاجة لأن نفعل شيئاً إذ لم يكن لدينا ما نفعله. وعندما تلقت وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة التمويل اللازم حولته إلينا». وتجدر الإشارة هنا إلىٰ أن مركز الأَسلحة الخاصة

هذا تأسَّس في أعقاب تجربة انفجار القنبلة Ivy Mike التي جرت في موقع إنويتوك الهادفة إلىٰ وضع القنبلة الهيدروجينية ذات الديوتيريوم السائل ضمن الأَسلحة التي تحملها أكبر طائرة قاذفة لدينا وهي الطراز B-36. وفي هذا الصدد يقول غيلر «احتفظنا بهذا الأَمر سراً في أعمق زوايا الكتمان». وكان بقوله هذا يحاول أن ينفي قيمة هذا السلاح كقوة رادعة، ذلك أن «شيئاً لا يعرفه الروس لا يمكن أن يكون قوة تردعهم». ولكن قبل أن يجدوا حلاً لهذه المعضلة، ظهر جيل جديد من القنابل الهيدروجينية ذات الوقود الصلب فألغي العمل بمشروع القنبلة ذات الديوتيريوم السائل. وعلىٰ نحو مفاجئ تواجد لدى مركز الأَسلحة الخاصة عدد كبير من الفيزيائيين ذوي الخبرة والتدريب العاليين يبحثون عن شيء يشغلون به أنفسهم. يستذكر غيلر ذلك اليوم الذي فيه كان يطالب بالحصول علىٰ العلماء فيقول: «ذهبت إِلىٰ قيادة القوى الجوية وقلت لهم «أرسلوا إِليّ جميع العاملين لديكم ممن يحملون شهادة الدكتوراه». جميع أولئك الأشخاص الذين طلبوا تأجيل التزامهم بالخدمة خلال دراستهم للحصول علىٰ الدكتوراه يتوجب عليهم الوفاء بهذا الالتزام ويقوموا بالخدمة الإِلزامية لعامين. وقد أجاب العديد من المخابر الأُخرىٰ «ولكن يتحتم عليهم البقاء لمدة سنتين، وبعدئذ يذهبون». فقلت لهم «لا آبه لذلك. حتى لو بقي منهم واحد فقط فالأمر يستحق العناء» وهكذا جاء الجميع، وكانوا كلهم شديدي الحماس ممتلئين طاقة ونشاطاً، فأطلقناهم للعمل».

كان مشروع أوريون قوي الإِغراء، تصعب مقاومته. ويتابع إِد غيلر روايته لذكرياته: «أذكر أنني كنت ذات يوم أتحدث حول المشروع مع هيرب يورك. لديهم المال، ونحن نريد هذا المال. ولم يكن لدى هيرب غرفة مكتب، يتواجد في مكان ما في واشنطن. لكننا ذهبنا جميعاً إِليه وقلنا «نحن سوف ننهض بهذا المشروع، يا هيرب. نحن سنفعل. ما الأَمر؟ لديك المال، فهل لديك الفكرة؟ نحن نستطيع إِنفاق هذا المال». كانت مجموعتنا الصغيرة في

كيرتلاند في حماس شديد تبحث عن شيء جديد تتولى القيام به. وقد أثار هذا العقد حماسنا. لقد خرجنا جميعاً نريد الحصول عليه، وليكن دورنا إن شئت دور مراقب لتنفيذ العقد، أو لنصفه كذلك. كنا إذن في وسط اللعبة النووية. غير أننا لا نصنع شيئاً فيها. كنا جماعة الارتباط بين القنبلة والجماعة الحاملة لها، وكنا نحاول تحطيم هذا النمط. إنَّه الحماس عينه. نقول للجميع «نحن نستطيع أن نفعل كل شيء، وأي شيء. أتريدون الذهاب إلىٰ المريخ؟ نحن جاهزون»».

وبقيت وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة بعيدة عن الأنظار، لكنها لم تتوانَ عن دعم المشروع. كان روي. و. جونسون Roy W. Johnson رئيساً لهذه الوكالة عندما رصد أول مبلغ من المال لتمويل مشروع أوريون، وقد أدلى بشهادته عام 1959 أمام اللجنة الفرعية لعلوم الفضاء والملاحة الجوية التابعة لمجلس الشيوخ حيث قال: «إن المشروع في بادئ الأمر بدا وكأنَّه غير معقول. لكنه ليس كذلك اليوم». وقد وصف مشروع أوريون أمام هؤلاء الشيوخ قائلاً: «إنَّه خدعة صغيرة. بادئ ذي بدء، أنت تستخدم القنابل، وتستدم عدداً كبيراً منها. لكن الخدعة تتمثَّل في إحداث آلية راصور علىٰ المنصة. وهذا أمر غريب حقاً، فالمركبة لن تعمل بشيء صغير، مائة طن مثلاً. يتوجب عليك أن تستعين بعدة آلاف من الأطنان. يجب أن تكون كبيرة الحجم جداً وإلاَّ لن تعمل. يوجد فيها جهاز راصور تصطدم به موجة الصدمة. ولكي تنطلق المركبة، بالطبع، ينبغي أن يتم امتصاص هذه الصدمة بشكل كافٍ لكي ينجو من الموت من بداخل المركبة، وفي الوقت نفسه تحتفظ بقوة الصدمة. وقد تكونت هذه الفكرة لدى عدد من أفضل العلماء في هذا البلد، وهم يعملون عليها».

وبفضل جهود وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة، تجمع عدد من علماء الفيزياء العاملين في سلاح الجو الذين سبق لهم أن التقوا في البوكرك ليجدوا

طريقة لإدخال قنبلة هيدروجينية واحدة في طائرة قاذفة طراز B-36 ذات عشرة محركات، ليجدوا أنفسهم يعملون عملاً آخر لتقديم العون إلىٰ تيد تايلور لإرسال 2600 قنبلة ذرية إلىٰ المريخ. لقد كان الأمر بمثابة عقد زواج تحقّق في السماء، وبلغت تكاليف شهر العسل الذي دام ثلاثة عشر شهراً مبلغ 999750 دولاراً.

يقول غيلر: «كان هيرب يورك قد ترك العمل في مخابر ليفرمور. وكان كل شيء له علاقة بالطاقة النووية في قمة العامود الطوطمي، يحظى باهتمام الجميع وتقديسهم. وهو فعلاً كذلك. كان الكونغرس في أشد الحماس لكل ما هو نووي. ولم يكن حماس كافة فروع القوات المسلّحة بأقل منه. كل فرع من هذه الفروع، مشاة البحرية، الجيش، البحرية، القوى الجوية، يريد أن تكون له قنبلة خاصة به. لم تكن وكالة الفضاء ناسا NASA قد أحدثت بعد، وكانت وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة في بداية انطلاقتها. ولا يمكن أن يجد المرء شيئاً أكثر تطوراً من ذلك. تلك كانت سمات الجو العام. الفضاء الخارجي موجود، والقوة النووية جيدة، أَو دعني أقول، أمرها مقبول. ولدينا مجموعة من العلماء الممتازين ـ وليس أي علماء ـ وجميعهم يبدون اهتماماً كبيراً، إن لم يكن بالضرورة من أَجل هذه المهمة ذاتها، ففي سبيل العلم فقط. ويدركون أَنّه ينبغي أن تكون أمامهم مهمة يسعون لتحقيقها. لكن بعض العلماء من أمثال لو آلن وجاك ويلش Jack Welch يريدون العمل في سبيل العلم، مثلما أراد الجميع ذلك. في مثل هذا الجو العام وُلد المشروع ـ وقبل أن تُتاح الفرصة للرافضين لإيقافه قبل أن يخطو خطواته الأولى. لقد ظهر هؤلاء الرافضون في وقت متأخر قليلاً وشرعوا يطرحون الأسئلة حول تكاليف المشروع وحول معقولية تحقيقه».

10

كولومبوس

جاء فيما كتبه فريمان دايسون في شهر أيار/ مايو عام 1958: «سوف نعرف الهدف من رحلتنا إلىٰ المريخ بعد أن نصل إلىٰ ذلك الكوكب. ويجدر بالمرء أن يسأل كولومبوس لماذا أضاع وقته لاكتشاف أمريكا في حين كان بمقدوره أن يبذل مجهوداً في تحسين أساليب تربية الأغنام في إسبانيا. ومن حسن حظنا أن الحكومة الأمريكية، مثلما كانت الملكة إيزابلا، علىٰ استعداد لدفع نفقات السفن».

كان مشروع أوريون، من الناحية الرسمية، مشروع دراسة جدوى. ولم يسمح إطلاقاً بإجراء أي تطوير فيه، حتى أن صنع نموذج للتحليق بطول متر واحد كان خارج نطاق العقد المبرم مع وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة، لذا سُدِّدت تكاليف صنع هذا النموذج من مخصّصات «النفقات النثرية» البالغة 50200 دولار المتوفرة لدى شركة جنرال أتوميك، وليس مباشرة من أموال الوكالة. وعلىٰ أية حال، كان السؤال الذي يطرح نفسه لدى المؤمنين بالمشروع متى سيكون إقلاع المركبة، وهل ستتمكّن المركبة من الإقلاع. أما تيد تايلور فقد كان منصبه الرسمي مديراً فنّيّاً وكبير العلماء، لكنه بصفة غير رسمية كان قائد الرحلة، ومن هنا بدأ يكوّن الطاقم اللازم للرحلة. يستذكر فريمان تلك الأيام فيقول: «توجهت الأنظار الشخصية علىٰ شركة جنرال أتوميك، وعلىٰ

كون المرء عضواً في الطاقم الخاص بمركبة أوريون، وعلىٰ قضاء نحو خمس عشرة أَو عشرين سنة قادمة يسير مشياً علىٰ الأقدام علىٰ قمر غانيميد Ganymede التابع لكوكب المشتري. لم أهتم للمركبة، بل كان جل اهتمامي يتركّز حول ماذا يوجد هناك، وعلىٰ البحث والتنقيب. لا يهم ماذا نصنع طالما أن الذي نصنعه سوف يحملنا إِلىٰ تلك الأماكن».

ويقدم لنا هاريس ماير Harris Mayer توضيحاً أكثر حين يقول: «لقد أراد لهذه المركبة أن تكون مريحة لمن سوف يقيمون فيها. ومركبة تزن 4000 طن منها نحو 1000 طن من الشحنات المتفجرة تتيح للمرء أن يفعل كل هذه الأشياء. إِنَّه ذلك الفرق بين مكان شديد الضيق مثل كبسولة صغيرة الحجم ليس فيها متسع للحركة كما يحصل في برامج الفضاء حالياً وبين اليخت. فالمركبة أوريون شيء كبير الحجم وثقيل الوزن تعتمد في تصميمها علىٰ الهندسة التقليدية. وهذا يعني استخدام الفولاذ، وعدم وجود مواد من مبتكرات الخيال، ولم يكن ثمة أية قيود علىٰ ثقل الأشياء. وشيئاً فشيئاً وصلنا إِلىٰ مرحلة «والآن، لنبدأ بالجزء الهندسي من المركبة». كانت فكرة تيد تايلور الاعتماد علىٰ المستوى الأدنى من التكنولوجيا ـ أي نصنع المركبة من مواد عادية ونموذجية. وهذه بالتأكيد فكرة عظيمة، أي من حيث الجوهر ليس ثمة تكنولوجيا جديدة».

وقد أُعجب فريمان بما لدى تيد من عزم وتصميم علىٰ إِنجاز الرحلة الفضائيَّة بسرعة وبحيث تكون رحلة مريحة وكبيرة الحجم بكل ما فيها. ففي رسالة بعث بها إِلىٰ والديه في شهر حزيران/ يونيو عام 1958 حين أعلن لأول مرة عن العقد الذي أبرمته وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة، وصف فريمان صديقه تيد بقوله: «إنه شاب متواضع وعادي، وأكاد لا أصدّق وأنا أتحدّث إِليه أن هذا الرجل هو كولومبوس العصر الحديث. ذهبت إِلىٰ منزله مساء يوم الجمعة أحمل بيدي زجاجة من الكونياك الجيد، وجلسنا نحن الثلاثة، تيد وزوجته كارو، وأنا، نتحدّث، وننظر إِلىٰ كوكب المشتري وزحل من خلال

التلسكوب قياس 6 إنش الذي لديه. كانت رؤيتنا لهذين الكوكبين جيدة، وشربنا نخب أقمار المشتري، ونخب أولادنا ونخب النجاح لمشروعنا».

ويصف تيد تلك الأمسية فيقول: «أذكر أنني كنت مستلقياً علىٰ طاولة النزهة في منزلنا بمدينة لاجولا، وكان فريمان ينظر إِلىٰ السماء، يعرف كل شيء يراه. لكن مجرد الإِحساس بأن يكون المرء بجسده هناك، والإِحساس بالزمن الكبير، ودون أن يكون في ضيق من المكان داخل كبسولة، كل هذه الأمور كانت مثيرة للحماس والانفعال بشكل لا يصدّق. ليس بمقدور المرء أن يظل جالساً هكذا عندما يستولي عليه التفكير بكل هذه الأمور». وقد تمنّى تيد أن يصطحب معه بعضاً من أولاده الأربعة. حيث يتساءل: «ماذا أستطيع أنا، الوالد، أن أفعل بخصوص عائلتي عندما أتغيب عنهم لمدة ثلاث سنين؟» ويقول فريمان الذي لم يفكّر باصطحاب أحد من أولاده: «كانت التوقعات في أغلب الأحيان أَنَّه سوف يصطحب بعض أولاده. فالسؤال كان دوماً وماذا عن العائلة؟ سوف يتغيب الواحد منا عنهم لمدة خمسة أعوام أَو نحو ذلك. وهذه مشكلة. لكنني في ذلك الحين كنت شاباً حديث السن، لا أشعر بالمسؤولية، لذلك لم أجد في هذا خطأً فادحاً».

لقد رأى تيد وفريمان في مشروع أوريون خطوة أولى نحو مجتمع يوصف أفراده بحبهم للترحال عبر الفضاء، ينجبون أطفالهم وهم علىٰ متن المركبة الفضائيَّة. يقول تيد: «شيء واحد ما فتىء ينصرف إِليه تفكيرنا عندما نتحدَّث حول كيف يكون عليه الحال عندما تكون عشرات المركبات من نوع أوريون تحوم حول بعضها بعضاً في كل مكان، وكيف يكون حال ممارسة الحب في مركبة كبرى، يتسع فيها المكان وليس ثمة ازدحام للأفراد في حجرة واحدة؟» لقد تصور المصمِّمون حجرة مشابهة لغواصة ناوتيلوس Nautilus ذات الحجرات المتعدّدة، وبحيث يمكن تغيير دور النوسة عندما تكون قوة الجاذبية الأَرضية معدومة من خلال التحرّك بداخلها. يقول تيد: «من المفيد جداً أن

نفكِّر بالتصميم النهائي لغرفة النوم، إِذا جاز لنا أن نسميها كذلك. فما هو الشيء الذي يمكنك أن تصنعه هناك، ولا يمكنك أن تصنعه علىٰ سطح الأَرض؟ والجواب: أشياء كثيرة جداً. يمكنك أن تتجول داخل حجرة مكسوة بالقماش وشكلها يشبه الحلزون أَو القمع وبحيث يكون توقيت أي اتصال ذي شحنة عاطفية بطيئاً وسهلاً إِن كنت في الطرف الكبير من الحجرة. وتستطيع أن تدفع بنفسك دفعاً خفيفاً عن الجدار أَو يمكنك أن تحصل علىٰ ذبذبة عالية أكثر فأكثر».

استغرق إِنفاق مبلغ المليون دولار زمناً طويلاً من عام 1958. فقد كانت شركة جنرال داينامكس تدفع رواتب الموظفين وتسدِّد تكاليف البُنية التحتية. أما وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة فكانت تغطي تكاليف الهندسة والتصميم الفنِّي، إِلىٰ جانب استخدام الكومبيوتر والاختبارات التجريبية، لكن الجزء الأكبر من ميزانيتها كان مخصّصاً لدفع رواتب العلماء الذين يفكرون. فالمستشارون الذين يُستعان بهم من خارج الملاك كانوا يتقاضون ما بين 50 ـ 200 دولار باليوم، في حين كان كبير مهندسي التصميم يتقاضى 16000 دولار سنوياً. وقد ابتاع عدد كبير من أعضاء فريق العمل بمشروع أوريون منازل لهم قرب شواطئ ديل مار Del Mar أَو سولانا Solana حيث كان السكن قرب الشاطئ زهيد الثمن في تلك الأيام لا سيما عند الشواطئ التي لا تبعد أكثر من 20 دقيقة بالسيارة عن توري باينز Torry Pines. وعلىٰ سبيل المثال، يمكن شراء منزل مكوّن من حجرتي نوم في لا جولا La Jolla بمبلغ 15000 دولار، في حين يستطيع المرء أن يشتري بمبلغ 45000 دولار منزلاً فيه ثلاث حجرات للنوم وحمام واسع وقطعة أرض بمساحة نصف فدان [حوالي 2000 متر مربع] في شارع La Jolla Farms المطل علىٰ شاطئ Black's Beach. وقد اشترى تيد قطعة أرض بمساحة فدان واحد [4000 متر مربع] عند قمة Muirlands المطلة علىٰ لا جولا، بمبلغ 10000 دولار بغية أن يبني عليها منزلاً، لكنه باعها بمبلغ 15000 دولار عندما غادر المنطقة ليلتحق بعمله في البنتاغون عام 1964. وكانت كلفة

استئجار سيارة في سان دييغو تصل حتى 9 دولارات باليوم. في ذلك الوقت كان ثمن جهاز تلفاز أسود وأبيض من صنع شركة جنرال إلكتريك يبلغ 199 دولار، بينما كانت كلفة استئجار كومبيوتر صنع شركة IBM طراز 704 وبذاكرة 16000 كلمة تصل إلىٰ 205 دولار بالساعة، وهو مبلغ يفوق ما يتقاضاه مبرمج الكومبيوتر في أسبوع.

ابتدأ العمل في مشروع أوريون قبل أن يُصرف دولار واحد من الأموال المرصودة له في ميزانية وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة. في شهر تشرين الأول/ أكتوبر من عام 1957 وحين كان القمر سبوتنيك محلقاً في مداره حول الأَرض تحدَّث تيد مع فريدي دي هوفمان الذي أعطى الأوامر بإنفاق كل ما يلزم من وقت وموارد من شركة جنرال أتوميك للمضي قُدماً في تنفيذ الفكرة. وكان دي هوفمان الذي ذهب بنفسه إلىٰ برنستون ليطلب إلىٰ فريمان القدوم للعمل في هذا مشروع الذي كان موضوعه سراً لا يجوز الحديث عنه هاتفياً أَو بالبريد. وفي هذا الشأن يقول فريمان: «جاء إلىٰ هنا وقال «انظر، يتوجب عليك القدوم إلىٰ شركة جنرال أتوميك» فقلت له لا، ليس في نيتي العمل في جنرال أتوميك، فقد أديت دوري فيها. فقال كلا، عليك أن تأتي، لدينا شيء أكبر كثيراً من السَّابق وفيه متعة كبيرة ثم أخبرني بأن تيد لديه مشروع رائع للقيام برحلة تجوب أنحاء المجموعة الشمسية من خلال الاستعانة بالقنابل».

وقدَّم المساعدة إلىٰ تيد في إخراج فكرته إلىٰ حيز الوجود عالِم فيزياء رياضي من لوس ألاموس اسمه تشارلز لوميس Charles Loomis. إذ يقول تيد: «قضيت ليلة بطولها وأنا أفكر وأعمل، وإذا بي أصاب بذعر شديد ذلك أن الأشياء أصبحت كبيرة جداً. فالطاقة إن قسمت علىٰ الحجم يكون الناتج ضغطاً، لكن هذا الضغط لا يظهر للعيان إلاَّ إذا كان كبيراً جداً. أي يصبح الأمر أكثر سهولة إذا كان الناتج أكبر. وكنت أفكر بشيء يمكن أن يحمل اثنين من الأفراد وبه جهاز ماص للصدمات. وفي الصباح ذهبت إلىٰ جنرال أتوميك حيث

كان مكتبي مجاوراً لمكتب تشارلز لويس الذي جاء من لوس ألاموس إلىٰ هنا ليعمل في القنابل. وأخبرته عن إحساسي بالإحباط عندما وجدت الجواب كبيراً جداً. فقال: «حسناً، لنفكر بالأشياء الكبرى! إن لم يكن كبيراً فالمبدأ فيه خطأ. وما العلة في كون المحصلة كبيرة؟» وفي أقل من ثلاثين ثانية توضح أمامنا كل شيء. ومن هنا كانت دعوة تشارلز بأنك إن كنت جاداً في موضوع استكشاف المجموعة الشمسية، فلمَ لا تستعمل شيئاً كبيراً يعادل في حجمه حجم السفينة Queen Mary؟ كان يدرك جيداً أن القنابل من حيث المبدأ تستطيع أن تفعل ذلك. فهل تستطيع أن تدفع بقوتها مركز مدينة شيكاغو لتتخذ مداراً لها حول الأَرض».

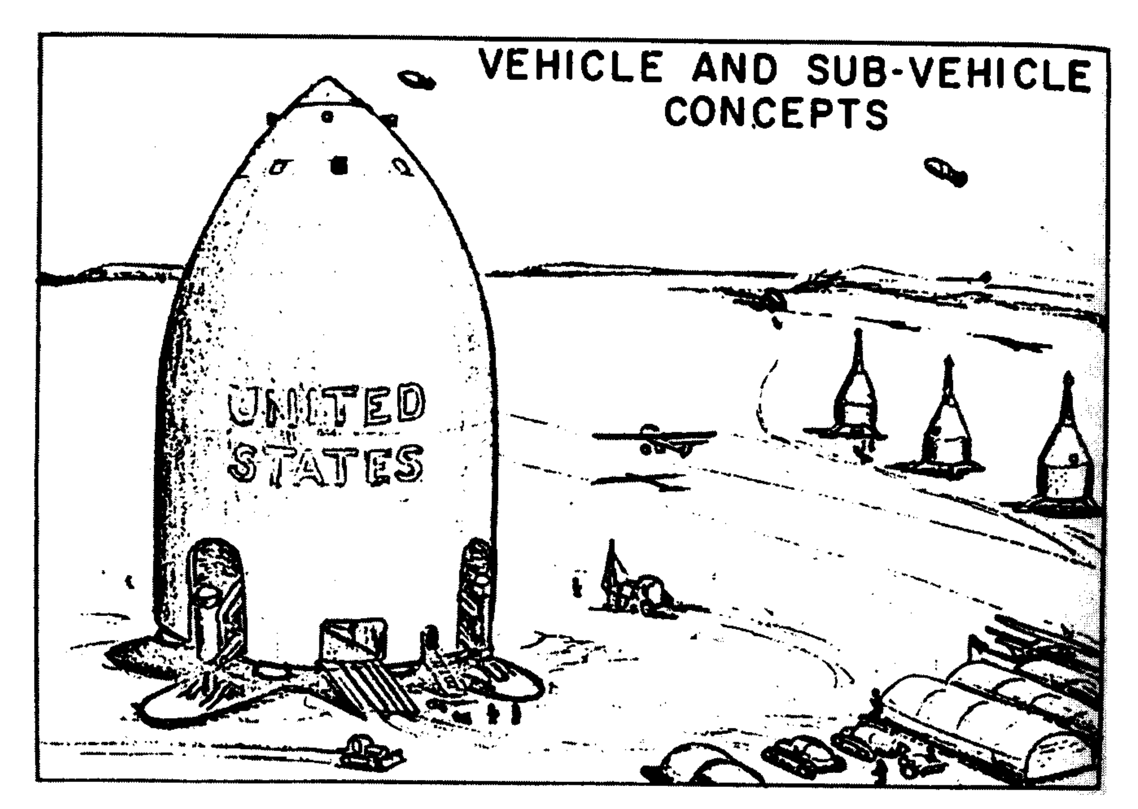
وكان مارشال روزنبلوث Marshal Rosenbluth ثاني شخص ينضم إلىٰ فريق العمل، وهو زميل تيد خلال عمله في لوس ألاموس، وقد جاء به للعمل فريدي دي هوفمان عام 1956. اختصاصه فيزياء البلازما تلك المادة عالية التأين، وقد لعب دوراً رئيساً في تطوير القنبلة الهيدروجينية، وهو حسن الدراية والعلم بما يكفي لتقييم مشروع تيد. غير أن جدوى مشروع أوريون تعتمد اعتماداً كبيراً علىٰ معرفة مقدار ما ينقص من صفيحة الدافع بفعل التآكل عند كل طلقة قنبلة. صحيح أن تيد قد رأى آثار الانفجار النووي سابقاً، لكن المضي قدماً في هذه الحسابات يتطلب ما هو أكثر من التخمين الحدسي، حيث يقول: «هذه المسألة، أي معرفة السماكة التي ستكون عليها الصفيحة في نهاية المطاف، لم أستطع أن أحسبها. لم أعرف كيف أحسبها. تحدثت إلىٰ مارشال الذي قال «حسن، دعني أضع لك نموذجاً». وهذا ما فعله حقاً. فقد قدم لي معنى مفيداً لكل تلك التجارب، حين كان الزملاء يحصون ويجمعون أشياء كانت قد تعرّضت لانفجار بقوة عشرين كيلو طن عن بُعد عشرين قدماً. فكان مقدار ما تناقص من سماكة صفيحة الدافع سواء كانت هذه الصفيحة من مادة ناقلة أَو غير ناقلة لا يتجاوز بضعة أجزاء من ألف جزء من البوصة. لقد كانت

موافقة مارشال علىٰ هذا الاستنتاج في غاية الأهمية». لقد سبق لمارشال روزنبلوث أن اشتغل في مسألتين مشابهتين لهذه المسألة. فيقول: «كنت علىٰ علم جيد بهذا الموضوع، وقد اكتسبت هذه المعرفة من العمل الذي أجراه بعضهم في مخروط المقدمة لمركبة تدخل ثانية، ومن ملاحظة ماذا يحصل عندما يتعرّض غلاف القنبلة للإِشعاع».

وقدّم روزنبلوث بعض الحسابات التي وصفها بأَنّها «أجريت علىٰ عَجَل وبصورة تقريبية، وبطريقة تشبه طريقة عالِم الفيزياء في إِجراء حسابات مسألة ما «بخصوص قدرات ماصات الصدمة، وإِمكانية استقرار المركبة أثناء تحليقها في حال كونها تعمل بقوة دفع من القنابل. ويضيف إِلىٰ ذلك قوله: «بغض النظر عن إِمكانية المرء علىٰ إِيجاد الحل الهندسي، فإِني قادر علىٰ إِثبات أن ذلك مستحيل البتة، ولكن تبين لدينا بالنتيجة أن ذلك ممكن، ولكن لا بد من تفادي حصول ثغرات مثل عدم انفجار القنبلة أَو اختلال توازن ماصات الصدمة، وغير ذلك». وقد رأى أن أسوأ شيء يصيب مركبة أوريون علىٰ الإِطلاق، وربما هو أسوأ من عدم انفجار القنبلة، هو احتمال تفجر متفجرات القنبلة دون أن يحصل لها انفجار نووي، وبهذه الحالة تلقي الشظايا علىٰ المركبة بدلاً من تزويدها بالبلازما، تلك المادة عالية التأين.

يقول تيد في هذا الأمر: «وهذه مسألة جد خطيرة. فماذا تفعل بهذه الحالة؟ وكان الجواب الذي نعطيه دوماً عن هذا السؤال: «سوف نتأكد بما لا يدع مجالاً للشك بأن القنابل كلها سوف تنفجر كما هو مخطّط لها». حسن! ولكن كيف تفعل ذلك إِن كان لديك أربعة آلاف منها؟ لكن مارشال أجرى حساباً دقيقاً لهذه الحالة، وأخذ يناقش المسألة في ذهنه إِلىٰ أن توصّل إِلىٰ حلٍ أعجب الجميع، ولو أن حلاً لم يمكن التوصّل إِليه لدُفن المشروع في مهده. من الغريب أن تكون أكبر مشكلة نواجهها عدم انفجار القنبلة».

وقد ذكر التقرير الذي كان أساس الاقتراح المقدّم إِلىٰ وكالة مشاريع



مهمة إلىٰ المريخ تضم عدداً من المركبات طراز أوريون، اثنتان منهما تزن الواحدة 4000 طن تبقيان في مدار المريخ، والثالثة تهبط علىٰ سطح الكوكب. الجزء المخصّص للحمولة في هذه المركبة الثالثة منفصل عن حجيرة الدفع.

البحوث المتطوّرة أن روزنبلوث شريك تيد فيما يكتبه. وقد كان ضمن وفد ضمّ تيد ودي هوفمان وكروتز قدم إلىٰ واشنطن العاصمة للبدء، كما يقول تيد «في أول مناقشات حول ما يفكر به بعض كبار الشخصيات حول هذا الموضوع». وبحسب ما جاء علىٰ لسان تيد رد عليهم روي جونسون Roy Johnson، الرئيس الجديد لوكالة مشاريع البحوث المتطوّرة بقوله «وفود كثيرة جاءت إلينا مرات ومرات ليتحدثوا عن تلك الأشياء الهائلة اللازمة لوضع حمولة صغرى من الشحنات المتفجرة في مدار حول الأَرض، وأنتم تأتون لتقولوا بكل صدق وإيمان إنكم سوف ترسلون سفينة فضاء إلىٰ ذلك المكان!».

يتحدَّث فريمان عن زيارته إلىٰ لا جولا في أول أيام عام 1958 فيقول: «كان مارشال روزنبلوث قد أنجز القسم الأَعظم من تلك النظرية. قضيت هناك

أسبوعاً أَو نحو ذلك أستمع إِلىٰ تيد ومارشال وهما يتحدّثان عن النظرية. قد يجد مارشال شيئاً يريد توضيحه لي. ثم أقضي أسبوعاً كاملاً أقلب الأمر في ذهني، أحاول فهم السبب الذي قاده إِلىٰ الحل الصحيح. لقد كان سريعاً في إِيجاد الحلول بما يذهل العقول. وكانت النظرية الأساسية قد أُنجزت، ألا وهي مجرد حساب مقدار المادة التي تتآكل من السطح، وهذا هو الشيء الوحيد الذي لم نكن واثقين منه. أما ما تبقى فهو مجرد علوم الميكانيك».

خلال الشهور الستة الأولى من عمر المشروع، أي في الفترة التي سبقت الإِعلان عن العقد المُبرم مع وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة، كان تيد ومارشال روزنبلوث وتشارلز لوميس وبيرت فريمان يقومون بمعظم الأعمال، يساعدهم في ذلك أولئك الذين تواجدوا فعلاً لدى شركة جنرال أتوميك، فضلاً عن بعض المستشارين الذين جاؤوا بعقود خاصة، مثل فريمان دايسون الذي كان يأتي علىٰ فترات منتظمة، في حين كان آخرون يقدمون مشورتهم مرة أَو مرتين. وقد تضمنت لائحة المستشارين أسماء أشخاص مرموقين في علوم الفيزياء من أمثال: هانز بيثه Hans Bethe، وستان أولام Stan Ulam، وريتشارد كورانت Richard Courant، وهاريس ماير Harris Mayer، والاس بيرنبارم Wallace Bernbaum، وتوماس غولد Thomas Gold، وويلم مالكوس Willem Malkus، وكين واطسون Ken Watson، وموراي غيل مان Murray Gell-Mann، وروبرت كريستي Robert Christy، وكيث بروكنر Keith Brueckner، وهانز ليبمان Hans Liepmann، وآرثر كانتروفتز Arthur Kantrowitz وغيرهم كثيرون. وقد حضر ريتشارد فاينمان Richard Feynman إِلىٰ جنرال أتوميك لكنه لم يقبل دعوتنا لأن يكون واحداً من فريق عملنا. وقد وصف مركبة أوريون بأَنَّها «فطيرة تحوم في السماء». لم يقل إِن الفكرة مستحيلة من الناحية الفنِّيَّة، إنما لم تكن لديه رغبة بالعمل في مشاريع تحاط بالسرِّيَّة، أَو بالقنابل النووية. يقول فريمان: «كان فاينمان عازماً علىٰ ألاّ يعود بعد لوس ألاموس لمثل هذه الأعمال ثانية.

فقد وصل في عمله هناك إِلىٰ درجة الإدمان علىٰ هذه الأعمال لذا لم تكن لديه الرغبة بالمشاركة في هذا المشروع».

هذا، وقد جاء في بعض ما كتبه فريمان في أواخر شهر نيسان/ أبريل عام 1958، وبعد أن قبل الدعوة للانتقال إِلىٰ لا جولا والتفرّغ للعمل في المشروع: «سوف نقضي هذا الصيف القادم في البحث عن أفضل العلماء وندعوهم للانضمام إِلينا. وليس المال مشكلة، إِذ ليس من المنطق أن تطلب من الناس أن يتركوا ما لديهم، ويستقيلوا من وظائفهم وينتقلوا من بيوتهم دون أن تعطيهم فكرة عما تريدهم أن يشتغلوا. ولهذا السبب طلبنا إِلىٰ الحكومة أن تسمح لنا بالإِعلان عن هذا المشروع والغاية منه». عندئذ أصبح ممكناً الإِعلان عن وجود شواغر والسعي علانية لجلب الموظفين، فبدأ طاقم العمل يتوسع ويزداد. بتاريخ الثالث من تموز/ يوليو عام 1958 بعث فريمان ببرقية تتضمن سطراً واحداً إِلىٰ هـ. بيير نويز H. Pierre Noyes في مؤتمر فيزياء الطاقة العليا بجنيف، يقول:

«ابتدأ العمل رسمياً في مشروع المركبة الفضائيَّة.
نحن بانتظارك ـ دايسون».

كان نويز عالِم فيزياء يعمل في مخابر ليفرمور آنذاك، وقد التقى فريمان سابقاً عندما كان هذا الأخير طالباً في جامعة بيرمنغهام حيث قضى عامين في الدراسة. وكان لقاؤهما عبر هانز بيثه ورودلف بيرلز Rudolf Peierls. كان من أشد المتحمسين لكل ما له علاقة بالفضاء الخارجي. ويذكر له أَنَّه ذات يوم راهن برايان فلاورز Brian Flowers، مستشار صاحبة الجلالة لشؤون الطاقة الذرِّيَّة، علىٰ زجاجتين من الويسكي، مؤكداً أن الإِنسان سوف يصل إِلىٰ القمر قبل حلول عام 1970. يقول نويز: «عندما علم فلاورز أنني سوف أعمل في مشروع أوريون، قال «هذه لعبة قذرة. ليس هذا من ضمن الرهان»».

لكن فريمان طمأن نويز قائلاً: «إِن رهانك سليم» وذلك في رسالة بعث

بها إليه من لا جولا قبيل الإعلان عن العقد المبرم مع وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة، وجاء في الرسالة أيضاً: «وبالطبع لا أستطيع أن أخبرك الآن عما نحن بصدده. كل ما أستطيع قوله في هذه العجالة أننا عندما ننتهي من عملنا هذا فإن كل شيء في هذا المجال سيبدو وكأنّه ألعاب أطفال. وإن لم يحدث شيء لا نتوقعه فإن أغلب الظن أن عام 1970 سوف يشهد وصولنا إلىٰ أحد الأقمار التابعة لكوكب زحل. ولن يدهشني أن أعلم أن الروس لم يسبقونا إليه». ولم يتقرَّر قط إذا كان الوصول إلىٰ أحد أقمار زحل يجعل بيير نويز يكسب رهان الويسكي.

في تلك الأثناء كان كيث بروكنر Keith Brueckner الذي سبق له أن قدّم بعض المشورات في مشروع أوريون، يحضر مؤتمر جنيف وقد أتيح له أن يعطي نويز بعض التلميحات عن المشروع. يقول نويز: «لقد داخلني شعور بأن المشروع يتضمن متفجرات نووية، لكن لم يكن لدي دليل علىٰ صدق مشاعري إلىٰ أن جئت وأدركت كيف يخطِّطون لاستعمالها. ولم أستوعب الأمر حتى أخبرني فريمان وتيد شيئاً عن إلقاء مادة علىٰ صفيحة الدافع، وعن وجود ماص للصدمات. عندئذ بدأت أفكّر ماذا ستكون المشكلة».

كان فريق العمل في مشروع أوريون يمثِّل مختلف البلدان. مجموعة دولية: ستان أولام بولوني، دي هوفمان نمساوي، مايكل تريشو Michael Treshow دانمركي، دينيس فير بلانك Dennis Ver Planck هولندي، بارومر آستل Jaromir Astl تشيكي، كارلو ريباربيللي Carlo Riparbelli إيطالي، إد داي Ed Day إسكتلندي ألماني، تا لي Ta Li صيني، توماس ماكن Thomas Macken بريطاني، هانز أمتمان Hans Amtmann ألماني، كونستانت دافيد Constant David فرنسي وقد أجرى تجارب لا حصر لها علىٰ ماص الصدمات وألّف عدداً هائلاً من التقارير الفنِّيَّة. يقول تيد وهو يتذكّر هذه المجموعة متعددة الجنسيات من العلماء: «تداولت أوساط شركة جنرال أتوميك حديثاً عن وجود بعض

مظاهر التحرّر هنا، وعن وجود حلول لبؤر التوتر الدولية. لقد كنت أحلم كثيراً بطاقم للمركبة يتميز بالنجومية».

أشارت التقديرات الأولية لمعدلات سير الأعمال في المشروع إلىٰ أن المركبة سوف تنطلق وتحلّق في الفضاء عما قريب. يقول جيري آستل: «كانت تلك أفضل بيئة عمل وأفضل ظروف للعمل عرفتها في حياتي. ولهذا السبب أنجزنا كل ما نستطيع إنجازه لأن أحداً لم يأبه إذا كانت الكرة له أم لغيره. إن كنت تعرف أنك تقدر علىٰ المساعدة، فأنت تمد يد العون فوراً دون تردّد. ولا أحد يهتم بشأن تثقيب بطاقة الدوام في ساعة التوقيت. وكان ثمة تبادل حر للمعلومات والآراء. وأعتقد أن هذا أمر ضروري جداً لتكوين الرأي في ذهن المرء وتطويره نحو الأحسن. وإذا كنت تستطيع أن تأتي بأفضل علماء النظريات وأحسن الأشخاص ذوي الخبرة العملية وذوي القدرة علىٰ الإبداع وتهيء لهم جميعاً فرصة العمل معاً والتعاون فيما بينهم كما الأخوة والأشقاء فإنك تحقّق شيئاً عظيماً حقاً».

لقد سبق لمعظم أفراد هذا الطاقم أن عملوا في مشاريع كبرى وطموحة سواء إبان الحرب الأخيرة أو فيما بعدها. والواقع أن مشروع أوريون قد استفاد كثيراً من العادات التي سادت خلال الحرب.بخصوص عدم التلكؤ في إنجاز العمل، بل وفي سرعة إنجازه، هذا إلىٰ جانب تلك الفائدة المكتسبة من خلال التطور الحاصل في مجال الأسلحة النووية. وقد سارت الأمور كلها تقريباً علىٰ خير ما يرام في السنة الأولى. يقول بيل فولييت Bill Vulliet: «لا أستطيع أن أؤكد لك التأكيد الكافي كم استمتعنا بالعمل في عامي 1958 و1959» كان القسم الأعظم من المشاكل التي واجهت العاملين في المشروع تعقيدات طفيفة نشأت عن محاولة التوفيق بين سرعة التقدّم في العمل بالمشروع والبطء البيروقراطي الشديد لدى هيئة الطاقة الذرِّيَّة ووزارة الدفاع. وعندما أشرفت السنة الأولى علىٰ الانتهاء تبين لهم أن أموال العقد لم تستنفذ جميعاً ولا يزال بعض منها

موجوداً، فكان لا بد من تمديد العقد لشهر آخر. يقول تيد: «أسوأ خبر تقدّمه لمصدر التمويل أن تقول له إِن بعض الأَموال لا تزال موجودة. لم نشعر قط أننا بحاجة للاقتصاد في الإِنفاق في السنة الأولى، ولكن التكاليف كانت زهيدة الثمن».

ولم تشكِّل القيود المفروضة علىٰ حمولة الشحنات أية عقبة. وقد فكّر تيد بأن يضم إِلىٰ هذه الحمولة كرسي حلاّق. والسبب في ذلك أن قص الشعر علىٰ الطريقة الإِنكليزية كان يُعد في عام 1958 و1959 جزءاً أساسياً من هندام أفراد القوات المسلحة، وكذلك ضبّاط سلاح الجو في ألبوكرك والفنيين العاملين في شركة جنرال أتوميك، حيث يقول: «أردت أن أبدو فرداً عادي المظهر من أفراد هذا الطاقم، وقد استمتعت كثيراً بإِجراء حساب أوزان وتعداد الأشياء التي ستحمل علىٰ متن المركبة. وكنت دوماً أهتم، دونما اعتبار لكلفة الوزن، بأن يكون في المركبة كرسي حلاَّق قديم الطراز يزن نحو طنين. ومن بعض أفكاره التي تحمل طابع الجد ما دوّنه في مذكرات خطّها بيده علىٰ صفحتين بعنوان «استعمالات الحمولات الكبيرة» أدرج فيها: «الطاقة الشمسية... الطاقة الكهربائية المرسلة إِلىٰ الأَرض عبر الموجات المكروية... الضوء المرئي المرسل إِلىٰ الأَرض عبر المرايا... تحكم محلي بالطقس... مسرّع الديوتيرون... كومبيوترات مدارية تعمل بالطاقة الشمسية، وبنك تخزين معلومات... نظام اتصالات واسع ومحطات تقوية متعدِّدة الأقنية، وتلفزيون مغلق الدارة توصيلات مشفرة للمؤتمرات... إِلخ، خفافيش وفئران علىٰ القمر أَو أحد الكويكبات... استكشاف الفضاء، علم الفلك، قياسات دايسون لاختلاف المنظر أَو الموضع».

وأخذ دايسون يفكِّر بأشياء حقاً كبيرة الحجم والوزن. وقد عُرفت إِحدى أفكاره تلك باسم «مشروع الطوفان» Project Deluge وهو مخطط لنقل الماء إِلىٰ كوكب المريخ. يحدِّثنا عن هذا المشروع فيقول: «كان ثمة قصة من قصص

الخيال العلمي تحمل عنوان مياه من أجل المريخ Wasser Fuer den Mars وتتحدَّث عن فكرة ارتطام مذنّب يتكوّن من كتلة جليدية ضخمة بكوكب المريخ. وقد تحادثنا فيما بيننا عن استخدام مركبة أوريون في هذا الغرض إنما على مستوى متواضع وذلك بنقل الماء من قمر إنسيلادوس التابع لزحل إلى المريخ». ولقد لقيت هذه الفكرة بعض التشجيع لا سيما وأن هناك افتراضاً بأن الأشخاص الذين يعملون في المشروع سوف يرافقون الفريق المسافر على متن المركبة. وحول هذا الموضوع كتب برايس دي ويت Bryce DeWitt في كتابه بعنوان «الاستخدامات العلمية لمركبات الفضاء الضخمة» الذي جمع بين دفتيه كافة الأفكار التي عمل عليها العلماء العاملون في شركة جنرال أتوميك في صيف عام 1959: «تكمن أهمية سفينة الفضاء الضخمة، طبعاً، في أنَّها ستكون مأهولة. وإنتاج الرجال هو الوسيلة الأكثر سهولة من كافة أجهزة الإنتاج المتنوعة والمعقَّدة هذا الوجود». وقد ورد اقتراح في هذا الصدد يقضي إحداث مرصد دائم في الفضاء «تقطنه ثمان أو عشر عائلات من ضمنهم بعض علماء الفلك الحقيقيين ومعهم «مساعد ليلي» أو مساعدان».

كان الحماس الذي أظهره تيد لهذا المشروع مُعدياً، سريع الانتقال إلى الغير. فقد جاء في تقرير وضعه أحد كبار المسؤولين في قيادة القوى الجوية كان قد جاء بمهمة تفقدية لمشروع أوريون في أوائل عام 1959: «كان حماس ومعنويات أفراد هذه المجموعة عالياً بشكل غير عادي. أعتقد أن هؤلاء الأشخاص على قناعة تامّة بأنهم يستطيعون تحويل هذا الحلم إلى حقيقة». مركبة أوريون سوف تنطلق وقد جمع تيد عدداً من الأفراد ذوي الاستقلال في الرأي وكانوا جميعاً على أتم الاستعداد للذهاب في هذه الرحلة. يقول برايان دان Brian Dunne: «لقد تحمّل تيد كل شيء في سبيل أن يضم إليه عدداً من أفضل علماء النظريات، ويبقيهم في هذه المؤسَّسة. وكانت هذه الجماعة مثل فرقة رقص الباليه أو فريق غناء أوبرالي، عالية المواهب وشديدة الحساسية في

آن معاً. يندر أن يجد المرء مثل هذا التنوُّع في الشخصيات ضمن جماعة واحدة، والفضل في ذلك يعود إلىٰ تيد. لقد جذب إليه كل هذه الشخصيات المتباينة. أشخاصاً يختلفون عمن سواهم اختلافاً كلياً. خذ مثلاً لهم جيري أستل Jerry Astl الذي يعمل لأجله، حين لا يشاء أن يعمل لأجل غيره». ويؤكد جيري ذلك بقوله: «لم يكن [تيد] ذلك الإنسان المتعجرف. يعمل كما يعمل أي فرد آخر في المجموعة. وهذا ما يعطيك حافزاً يشجعك علىٰ بذل كل ما تستطيع من مجهود».

غير أن تواضع تيد وبُعده عن الرسميات لا يليقان بصفات قائد لمشروع ضخم، وعندما يصل الأَمر إلىٰ مرحلة الإنطلاق والابتعاد عن الأَرض، لن يكون ذلك الملاح المغامر الذي كأَنَّه كولومبوس. فقد كان يعتلج في أعماق نفسه خوف داخلي من الفضاء الخارجي. يتحدَّث عن نفسه فيقول: «حلمت أحلاماً كثيرة عن الفضاء، كان بعضها كوابيس وأحلاماً مزعجة. إذ كنت أراني داخل مركبة فضائيَّة ضخمة، أنظر من نافذتها الصغيرة إلىٰ ذلك المشهد العظيم من النجوم الذي لا تصدقه العين. ثم يخالجني ذلك الإحساس بالحركة في أعماق بحر محيط من النجوم، إحساس بالذهول، وعلىٰ نحو مفاجئ يبدو كل شيء أمامي معتماً حالك السواد، وأنظر ملياً ثم أدرك أنني لا أرى شيئاً. لا يوجد شيء تمكن رؤيته. كان شعوراً رهيباً، يشق علي تحمله ـ والآن أرى بعضاً منه يعود إلي ـ إحساس غريب بالوحدة المطلقة، بأني لست داخل مركبة. هناك لا يوجد شيء. في الداخل لا يوجد شيء. في كل مكان لا يوجد شيء. أفتح عيني، وأصحو، وإذا بي أصرخ. أجل، أصرخ بصوت عالٍ. ولا يزال يراودني ذلك الشعور بين الفينة والفينة. يبدو لي أن لذلك صلة إلىٰ حد ما بذلك الخوف الرهيب من صورة كرة ضخمة من الألوان الزاهية والمتعدِّدة علىٰ خلفية بلون أسود فاحم أذكر أني كنت أخافها مذ كنت طفلاً لم يتجاوز عمره بضع سنين، ولم أستطع منذ ذلك الحين أن أجد تفسيراً له، لعلّي أتغلّب علىٰ

خوفي هذا. وما زلت حتى هذه اللحظة أخشى النظر من منظار ثنائي العينين، فما بالك بالنظر بالتلسكوب لرؤية القمر البدر؟ إِنَّه الخوف الذي يشعر به امرؤ يقف علىٰ إِفريز بنيان شاهق، يخشى السقوط. لهذا فإِني أرفض ذلك».

أحس تيد بهذه المشاعر والمخاوف قبل أن يبرز مشروع أوريون إِلىٰ الوجود، حيث يقول: «عندما كنت طفلاً صغيراً في مدينة مكسيكو، كان لدينا كتاب عن علم الفلك. وفي هذا الكتاب صورة كبيرة الحجم تملأ صفحة كاملة للقمر، كنت أشعر بالخوف منها وتنتابني الرعشات كلما نظرت إِليها حتى لو كنت في أقصى زاوية من زوايا الحجرة. ولم أجرؤ علىٰ النظر إِلىٰ داخل الكتاب وما يحتويه. وأظن أن والدتي علمت بأحاسيسي هذه إِذ كانت تقول لي «لا تقلق، ولا تنظر إِليه». ولم أَر شخصاً ينتابه هذا الخوف حين ينظر من خلال التلسكوب. أرغب بشدَّة أن أعرف ماذا يوجد هناك. وأستطيع أن أستجمع قوتي لأنظر إِلىٰ نجم ثنائي المظهر، لكنني لا أستطيع البتة أن أنظر إِلىٰ صورة كبيرة الحجم لكوكب المشتري أَو زحل. أتساءل أحياناً عما إِذا كان بمقدور امرىء ما أن يمر عبر سلسلة من الحيوات، وأحياناً عن سبب خوفي ورهبتي وما إِذا كان مرد ذلك إِلىٰ أنني كنت في حياة سابقة في مكان ما من ذلك الكون الفسيح وتحطمت بي السفينة».

11

سفينة نوح

داخل ما أسماه كيرد لاسفيتز Kurd Lasswitz عام 1901 «المكتبة العمومية»، وطوّره يورغ لويس بورغز Jorge Luis Borges عام 1941 إلىٰ «مكتبة بابل The Library of Babel» وأخيراً أطلق عليه كيفن كيلي Kevin Kelly عام 1994 تسمية «مكتبة الشكل The Library of Form» يجد المرء جميع أنواع الكتب ونماذج لكافة المخلوقات وجميع الأشكال الممكنة للتكنولوجيا. يقول بورغز في معرض ما كتب عن وصفه لهذه المكتبة: «كان الانطباع الأول عندما انتشر الخبر بأن هذه المكتبة تحتوي كل أنواع الكتب شعوراً بالسعادة الغامرة. فقد أحس الجميع أنهم يمتلكون كنزاً كاملاً متكاملاً لا يعرفه أحد حيث يستطيعون أن يجدوا حلاً لكل مشكلة تعترضهم سواء علىٰ الصعيد الشخصي أَو العالَمي». فالوظيفة الأساسية لكل اختراع جديد أَو كل عملية تطور أن تدرس كافة الإمكانيات وتغربلها وتجمع كافة التركيبات مهما بعدت احتمالات حدوثها للتوصل إلىٰ معنى مفيد.

والمعروف أن كلاً من الطبيعة والتكنولوجيا تتطوّران عبر إضافات تضاف لكل منهما إلىٰ جانب بعض الابتكارات التي تظهر علىٰ نحو مفاجئ فتبدو هذه الابتكارات كأَنَّها قد حصلت نتيجة لتركيبات جديدة لمزايا موجودة أصلاً. وحيز الإمكانيات والاحتمالات ليس له حدود، إنما المكتبة ليست كذلك. إن لها

حدوداً لكن حدودها هذه غير مقيدة، وهذا يعني أن بوسع المرء أن يضيف كتاباً جديداً للمكتبة إِن لم يجد ما يرومه فيها. غير أن تيد لم يفكّر بإِضافة كتاب جديد لها، أَو مجموعة كتب معينة، بل أراد أن يضيف لها وعلىٰ الفور جناحاً جديداً من كتب كاملة العدد.

يقول تيد في توضيحات قدمها عام 1966: «إِن التنوّع في المحركات المستخدمة في الفضاء واسع جداً وقد عملنا حتى هذه اللحظة في جزء صغير جداً من الأنواع الممكنة والمعروفة. لقد وضعت مخططاً مورفولوجياً يصف شكل وبنية مختلف منظومات الدفع الفضائي، صنفتها طبقاً لمبدأ إِطلاق الطاقة علىٰ شكل نبضات أَو بصورة متواصلة، وعددت فيها أنواع مصادر الطاقة المستخدمة وقدمت تصنيفاً لعدد وأنواع مراحل تحويل الطاقة داخل المحرك. . وما إِلىٰ ذلك. وإِن أقدم أحد علىٰ إِحداث أي تغيير عشوائي في عناصر هذا المخطط يتولّد لديه ما ينوف عن 10^{22} من المفاهيم المختلفة للدفعيات الفضائيَّة، وفي كل واحد منها احتمال منطقي. ولو حاول المرء دراسة كل واحد من هذه المفاهيم مدة ساعة زمنية واحدة، فإِن دراسة هذه المفاهيم جميعاً سوف يحتاج إِلىٰ مليار شخص يعكفون علىٰ دراستها لمدة مليار سنة!» وقد وضع تيد هذا المخطط علىٰ باب الثلاجة في منزله. ويقول: «إِن التوليد العشوائي لمبادىء خاصة بالدفعيات اعتماداً علىٰ الجدول رقم (3) يضمن عملياً التوصّل إِلىٰ مفهوم جديد لم يسبق لأحد أن فكّر فيه. وقد وجدت أَنَّه من المستحيل أن أرفض، أَو أصف باللامنطقي، أياً من تلك المفاهيم الاثني عشر أَو نحو ذلك والتي تم التوصّل إِليها، ومعظمها من أولادي، بهذه الطريقة، وكل واحد منها يعد فكرة غريبة حقاً».

فالمكتبة العمومية، سواء تلك التي تضم كتباً أَو نماذج لمخلوقات أَو مختلف أصناف التكنولوجيا، مثل سحابة من الإِمكانيات تواصل توسعها في حيِّز متعدد الأبعاد. وقوانين الطبيعة تشكِّل الحدود الخارجية الأبعد. ولو أمكن

تشكيل سحابة صغرى تكون تكثيفاً لكل ما في هذا الغلاف الجوي من الإِمكانيات المتاحة، وتمثّل الكائنات الحية أَو التكنولوجيات التي يمكن تجميعها من الأجزاء المتاحة، فإِن النواة المركزية الصغرى في هذه السحابة ـ أي حيث نعيش ـ تكون في نهاية المطاف متمثّلة في الكتب والكائنات الحية والتكنولوجيات الموجودة في عصرنا الحاضر. وبدلاً من أن يكون البناء من الداخل نحو الخارج ومن خلال زيادات صغرى تُضاف أثناء عملية البناء، حاول تيد أن يطوّر فكرة مشروع أوريون بطريقة معاكسة، أي أن تكون البداية من قوانين الطبيعة، ثم يرسم الحدود مبتدئاً بالإِمكانية ثم الناحية العملية، وفي النهاية يسلك طريقاً يعود به إِلىٰ الخلف، إِلىٰ التكنولوجيا المتوفرة، وذلك بغية أن يكون التطوّر علىٰ شكل قفزات، وليس بخطى وئيدة.

لدينا سجل يحتوي تفاصيل غير عادية لمشروع سرّي يبيّن كيف جرى تنفيذ تلك القفزات المطلوبة في المفاهيم، حيث أن دي هوفمان، كما يقول تيد، كان يصرّ علىٰ «تدوين كل فكرة يأتي بها أي شخص وفي أي وقت وأن يوضع علىٰ المخطوط شعار شركة جنرال أتوميك». وبعد أن تدوّن الفكرة يقوم بمراجعتها مركز التوثيق الفنّي في الشركة. وإِذا نالت الموافقة علىٰ التوزيع، يجري توزيعها داخلياً بصفة تقرير General Atomic Manuscript) GAMO Document وثيقة مخطوطة من وثائق جنرال أتوميك). لقد كان دي هوفمان يطبِّق المعايير العلمية الجامعية في كافة الوثائق العائدة لشركة جنرال أتوميك وذلك احتراماً منه للتقاليد العلمية، ولأن التقارير الخطية تساعد في تكوين وضوح الرؤية وصفاء التفكير. وهذا ما يصفه بيرت فريمان بقوله: «عندما يدوّن المرء فكرته، فإِن عملية الكتابة تصقل الفكرة وفي معظم الأحيان يكتشف المرء أن فكرة لم تكن خطأً ليست بالضرورة فكرة صائبة». وهي إِلىٰ جانب ذلك طريقة جيدة لبناء ذاكرة مؤسّساتية من خلالها تستفيد الجماعة من عمل الفرد. وهذا ما يوضحه أيضاً بيل سيمبسون بقوله: «كل تقرير غير رسمي يأتينا مرفقاً

بقائمة توزيع. فقد كان فريد شديد الإِصرار علىٰ تلاقح الأفكار، لذلك كان هذا الهدف وراء تشكيل قائمة التوزيع».

كان ف. و. (بيل) سيمپسون F. W. (Bill) Simpson يقوم علىٰ إِدارة المكتبة ومركز التوثيق. وقد سبق له أن عمل قيِّماً للمكتبة في جامعة فورمان Furman University بمدينة غرينفيل بولاية ساوث كارولاينا، وذلك إِلىٰ أن التحق عام 1946 بجامعة مانهاتن في أوك ريدج بولاية تينيسي، حيث يقول: «ظننت آنذاك أننا ندخل الطابق الأرضي لبنيان الطاقة الذرِّيَّة، لكنني بعد أن مكثت هناك لفترة وجيزة أدركت أننا دخلنا القبو في هذا البنيان». وقد أسندت إِليه مهمة تنظيم الوثائق الخاصة بقسم البحوث في جامعة مانهاتن الذي كان بحاجة ماسّة للتنظيم، وكان كما وصفه: «كتلة من المعلومات غير مفهرسة وغير مصنَّفة ودون خلاصات لمحتوياتها»، ولم يكن ثمة أي شكل من أشكال التنسيق بين مختلف المنشآت التي كانت في مرحلة الانتقال إِلىٰ هيئة الطاقة الذرِّيَّة المحدثة. وكان التحدي الأكبر له العمل في الوثائق السرِّية الهائلة، لكن المشكلة الأكبر تتمثَّل فيما يصنع بأول وثيقة رفعت عنها السرِّيَّة من أجل جامعة مانهاتن. وفي هذا يقول: «ذات يوم جاءني الزملاء من فرع النظر في رفع السرِّية وسألوني ماذا يفعلون بها، حيث أن تلك الوثيقة سبَّبت لهم جميعاً هياجاً لا لزوم له، إِذ حتى ذلك الحين كانت جميع الوثائق سرية، أَو سرِّية للغاية أَو محصور استعمالها وما إِلىٰ ذلك من تلك التصنيفات. فماذا نفعل بوثيقة أَو تقرير رفعت عنها السرِّيَّة؟».

وقد نظم سيمبسون كافة مجموعات جامعة مانهاتن التي غدت فيما بعد هيئة الطاقة الذرِّيَّة، وضع لها الفهارس والخلاصات وأشرف علىٰ توزيعها وفق القوائم المحددة لهذه الغاية. ولاحظ دي هوفمان ذلك كله. وهكذا التحق سيمبسون بشركة جنرال أتوميك في نيسان/ أبريل عام 1956 وبدأ يؤسِّس المكتبة، يطلب كتباً ومجلات من مكتب شركة جنرال داينامكس في واشنطن العاصمة، حيث يقول: «كان فريد شديد الرغبة في استحداث مكتبة تكون حافزاً

يحث كل من في الجامعات والمخابر الوطنية علىٰ الاستزادة من العلم. وكان يطلب إلىٰ كل من يأتي، سواء للعمل أَو الزيارة، أن يرشح اسم كتاب أَو أكثر لهذه المكتبة. وقد أمضى وقتاً طويلاً في هذا الأمر». وهكذا أَسَّس سيمبسون لمكتبة بحوث ضخمة، كما كوّن فريق عمل من المحرّرين وضاربي الآلة الكاتبة، معظمهم من ذوي الاختصاص باللغة الإِنكليزية، وليسوا من العلماء، وذلك بهدف وضع التقارير الخاصة بشركة جنرال أتوميك.

يقول سيمبسون: «كان لدي فريق عمل من أشخاص بعيدين كل البُعد عن الرياضيات. لا أنكر أني ٱستمتعت كثيراً بالتعامل مع العلماء الذين كنت أسألهم دوماً عما يفعلون. وكانوا يجيبون ويتحدَّثون عن أعمالهم بسرور بالغ!» لكن سيمبسون لا يطيق صبراً بأولئك العلماء الذين يقولون إِنهم لا يستطيعون أن يقدِّموا تفسيراً لأعمالهم لأشخاص لا يفقهون الرياضيات، حيث يقول: «غير أني خلال فترة عملي في جنرال أتوميك كلها ومن خلال أحاديثي مع مهندسي طيران أَو علماء معادن أَو فيزيائيين متخصِّصين في المفاعلات النووية أَو فيزيائيين متخصصين بالطاقة الاندماجية أَو فيزيائيين فلكيين لم ألتق واحداً من أولئك. فقد كانوا جميعاً يتحدَّثون إِلي وكأنني أفهم وأستوعب كل شيء يقولونه». وقد صدر عن مشروع أوريون مجموعة كبيرة من التقارير الفنِّيَّة التي ٱتسمت بوضوح الأسلوب بصورة استثنائية لا مثيل لها، مهما بلغت صعوبة الرياضيات فيها، فالمعاني واضحة واللغة سهلة الفهم. وكانت صفحة العنوان تحمل اسم من قام بالعمل التخصّصي بالإِضافة إِلىٰ ٱسم من وضع صيغة التقرير.

تقضي تعليمات التصنيف المتبعة في هيئة الطاقة الذرِّيَّة بتقسيم وثائق مشروع أوريون إِلىٰ مجموعتين منفصلتين، المجموعة الأولى منهما تضم وثائق يمكن تداولها بحرِّيَّة (داخلياً) والمجموعة الثانية من الوثائق توضع في خزانة حديدية. والتقارير التي تذكر كلمة «قنابل» أَو تحتوي تفاصيل معينة عن

التصاميم أَو أبعاد المركبة أَو تناقش أَو تفسح مجالاً للاستنتاج فيما يتعلّق بمردود الانفجار أَو طبيعة المادة الانشطارية التي تستهلكها الوحدات المولِّدة للنبضات أَو تتحدَّث عن مهمات معينة أَو تطبيقات عسكرية، فهذه جميعاً تصنّف تحت عنوان «سرِّي ـ يمنع تداوله». والإِفراج عن معلومات كهذه يخضع لسيطرة مباشرة من هيئة الطاقة الذرِّيَّة وليس لقيادة القوات الجوية.

وضمن هذا التصنيف وُضعت كافة التقارير التي تتحدَّث عن سير العمل في المشروع وصدرت بموجب العقد الأساسي المبرم مع وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة وما جاء بعده من عقود أُبرمت مع سلاح الجو. وتتضمّن سلسلة طويلة من تقارير تمهيدية أَو سنوية أَو نهائية، ابتداء بتقرير يحمل العنوان: «دراسة جدوى لسفينة فضاء تعمل بقوة دفع من قنابل نووية ـ تقرير سنوي مؤقت من تاريخ 1/ 7/ 1958 وحتى 1/ 6/ 1959» كتبه برايان دان وفريمان دايسون ومايكل تريشو وراجعه تيد تايلور الذي يذكر أَنَّه الوثيقة التي «أثارت اهتمام القوى الجوية» وبخاصة مايك ماي Mike May الذي تولى فيما بعد إِدارة مخابر ليفرمور والذي قال عندما اطلع عليه: «إِنَّه أفضل تقرير قرأته عن سير أعمال مشروع». وبقي هذا التقرير مصنّفاً في فئة «سرِّي ـ يمنع تداوله». غير أن تيد يصفه بقوله: «إِنَّه يغطي السنة الأُولى من المشروع فقط. لكنني إِذا طلب إِلي أن أختار وثيقة واحدة ترفع عنها السرِّيَّة فإِنني أختار هذا التقرير». ومع انتهاء العمل بالمشروع كانت التقارير تصدر في أربعة مجلدات تضم بمجموعها نحو ستمائة صفحة وتشكِّل دليلاً يضم معلومات كاملة عن أعلىٰ مستويات التطور العلمي.

وقد صدرت مئات التقارير التي تحمل شعار «وثيقة مخطوط لجنرال أتوميك GAMD» وتغطي جميع جوانب المشروع من حيث الجدوى والتصميم والتشغيل الممكن للمركبة، بعضها يتألَّف من صفحتين أَو ثلاث صفحات، وبعضها الآخر قد تبلغ سماكته بوصتين. وهذه نماذج منها: «دراسة لمشكلة

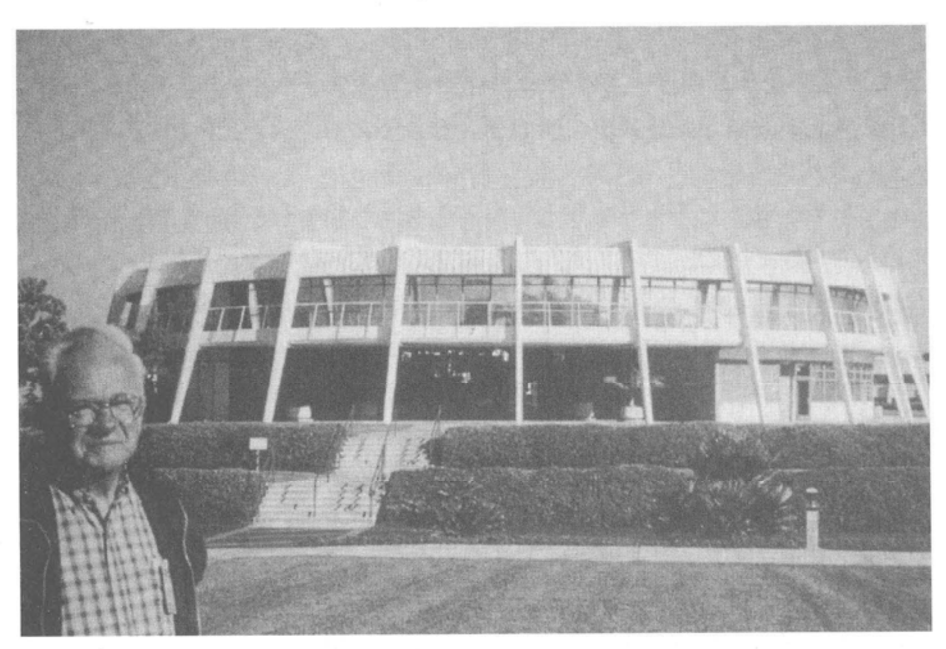
ماصات الصدمة»، «الرحلات إِلىٰ أقمار الكواكب الخارجية»، «السلوك العشوائي لمسار القذيفة بسبب خطأ في موضع القنبلة»، «خصائص التحليق خلال مرحلة الإِقلاع داخل الغلاف الجوي»، «الغبار الذرِّي المشع المتساقط من مركبات فضائيَّة بقوة دفع من القنابل»، «منظومة سلاح ذات صواريخ بالستية عابرة للقارات متعددة»، «التحكّم بالنيران الناجمة عن شحنة وقود دفعي في أوريون»، «المتغيرات في مركبة أوريون ودراسة لما تحمله من شحنات متفجرة تأسيساً علىٰ مرجعية تصميم لحمولة 200 طن و4000 طن»، «احتياجات الوقود لمركبة أوريون».

وكان دي هوفمان يشجع طباعة أَكبر قدر ممكن من التقارير بصورة غير سرِّية ثم يكثِّف المادة العلمية فيها ويسحب منها أية إِشارة تدل علىٰ الأبعاد أَو التطبيقات العسكرية أَو القنابل. فكانت هذه المطبوعات غير السرِّيَّة تذكر اسم صاحب الفكرة والفكرة التي قدَّمها خلال فترة السبعة أعوام التي عاشها مشروع أوريون (اُنظر الملحق المتضمن قائمة كاملة لها) مثل: «امتصاص المواد الباردة للأشعة السينيَّة»، «إِجهاد الانثناء والاهتزاز المقاوم للانثناء في دافع مستوى السطح»، «بنية الصدمة في وسط من انعدام الشفافية المحدودة للإِشعاع»، «البرمجة الأمثل للصعود الشاقولي في الغلاف الجوي»، «رحلات الذهاب والعودة إِلىٰ المريخ والزهرة بأدنى قدر من الطاقة»، «تحليل التشوّه في بنية مماثلة للصفيحة متمثِّلة بشبكة من الجوائز»، «الاستعمالات العلمية لسفن الفضاء الضخمة»، «انعطاف موجة الصدمة عند الزاوية»، «انعطاف الإِشعاع حول قرص عديم الشفافية»، «الحد الأدنى من فقدان الطاقة في منظومة نابض مؤلَّف من كتلتين»، «تطبيقات العملية التقريبيَّة في التبديد الإِفرادي لأجل التبديد الجانبي لأشعة غاما داخل مركبة فضائيَّة نووية»، «الدفق اللزج لطبقة الشحم المتطايرة»، «الهيدروديناميك في تفاعلات الأشعة السينيَّة مع الحديد البارد»، «معلومات أولية عن منظومة دعم الحياة في مركبة فضائيَّة مأهولة»، «تحليل

أولي للحماية من الجسيمات النيزكية لمحرِّك أوريون بقطر 10م»، «دراسة لآثار استخدام مادة من منشأ قمري أو من منشأ كوكبي كوقود دفعي».

فتوضح هذه التقارير تطور مركبة أوريون ابتداءاً من المبادىء الأولى وتبيّن حدود الجدوى التي تكملها التقارير السرِّية المتضمنة التفاصيل الهندسية. يقول برايان دان «كانت جميعاً مساطر حسابية منزلقة، وفي بعض الأحيان تستخدم الجداول اللوغاريتمية، والتقارير كلها كانت تُطبع يدوياً علىٰ الآلة الكاتبة». ومعظمها ينتهي بالحرفين (br) وهما الحرفان الأولان من اسم بيتي رزبرغ Betty Risberg ذات «القدرة الممتازة علىٰ طباعة المعادلات الرياضية دون توقف» كما يقول دان. وكانت هذه المطبوعات كلها بما تشكّله من إطار نظري للمركبة تنجز وتحفظ في مركز التوثيق الكائن في الطابق الأرضي من المبنى المركزي لشركة جنرال أتوميك الذي بدوره يمثِّل نموذجاً لمركبة أوريون بالحجم الكامل.

يُعد هذا المبنى إنجازاً بعلامة تجارية مسجّلة، بل هو رائعة معمارية من إبداع شركة بيريرا ولوكمان Pereira & Luckman، وهو مبنى لا يزال حتى اليوم كما كان عام 1959 يحمل الملامح المستقبلية، وهو صرح عظيم، يتخذ شكل الأسطوانة المؤلّفة من حلقات متوضعة فوق بعضها بعضاً، وتزينه أخاديد طولانية، ونوافذ زجاجية واسعة، أُقيم وسط فناء شاسع علىٰ دعائم فولاذية ذات زوايا تستدق في طرفها العلوي يوحي للناظر غإليه أنه سفينة فضاء هائلة الحجم قد هبطت إلىٰ الأَرض لتوها أَو هي علىٰ وشك الإقلاع. وإذا صعد المرء أحد السلالم الفولاذية ذات الإنحناءات والملحقة بأطراف البناء المركزي يخيل إليه أنه يتسلّق السلم المؤدي إلىٰ المركبة وليس إلىٰ لبناء. أذكر أنني عندما كنت في السادسة من عمري وشاهدت والدي يدخل هذا البناء عبر البوابة الأمنية ليتابع عمله في جنرال أتوميك خلت ذاك البناء الدائري الشكل بداية السفينة الفضائيَّة، ولم أكن مخطئاً.



تيد تايلور أمام مبنى المكتبة والكافتيريا الذي يبلغ طول قطر قاعدته الدائرية الشكل 135 قدماً، تشرين الثاني/ نوفمبر 1999

ويعود تيد بذاكرته إلىٰ الوراء ويقول: «كانت هذه المكتبة بالنسبة لي مركبة أوريون ذاتها، جاهزة للإنطلاق. رأيتها في مخيلتي تنطلق! رأيتها في أَحلامي التي لم تفارقني. كنت أتخيل نفسي أجلس لأتناول الطعام علىٰ شيء يدور ويدور بما يقارب ربع جاذبية الأَرض». فالقسم العلوي لهذا المبنى لا يزال الكافتيريا لهذه الشركة، وإن جلس المرء قرب إحدى النوافذ يخيل إليه أن المركبة تدور حول نفسها بسرعة كافية لتوليد جاذبية اصطناعية تبقى بسببها أطباق الطعام في أماكنها فيما لو عبرت الحلقات المحيطة بكوكب زحل. وفي هذا يقول فريمان: «كنا دوماً نتخيّل هذه المركبة وفي مقدمتها مساحة واسعة للهو والتسلية، ومن خلال نوافذها نستطيع النظر إلىٰ الأمام وإلىٰ الجوانب، فنرى الحلقات المحيطة بكوكب زحل تمر سريعة من فوق رؤوسنا ونحن نجتاز المسافات خلالها. سوف يكون للنوافذ واقيات تقيها وهج الحرارة عند الإقلاع

والهبوط وأثناء مناورات الدفع للأمام، لكننا في الجزء الأكبر من الرحلة الفضائيَّة نستطيع النظر من النوافذ حيث تكون هذه الواقيات مرفوعة عنها».

غير أن أحداً لم يكن يفكر بالمركبة هذه عندما وضع تصميم المكتبة. ولم يفكّر أحد بالمكتبة وكيف سيكون شكلها عندما كانت مجموعة العمل في مشروع أوريون لا تزال تمارس عملها في ذلك المبنى القديم لمدرسة شارع برنارد وتضع تصاميم الأبعاد الأساسية للمركبة. وهذا ما يوضحه تيد بقوله: «كل ما كنا نفكر به جميعاً بخصوص مركبة أوريون هو شيء يبلغ وزنه الإجمالي 4000 طن. مركبة تزن 4000 طن، كيف سيكون حجمها؟ حسن! هل سيكون قطرها 100 إلىٰ 150 قدماً؟ وماذا سوف يعني قطر دائرة يبلغ طوله 150 قدماً في نظر أي شخص. . . وبخاصة لي أنا؟ لن يعني شيئا إذا لم نقارنه بشيء ملموس. وعندما سرت محاولاً قياس المسافة مشياً علىٰ الأقدام، تبين لي أنه يعادل قطر دائرة قاعدة المكتبة. وكان ذلك بعد أن تقرّرت المقاييس العامة للمكتبة التابعة لجنرال أتوميك، وكنا حينئذ في مبنى المدرسة القديم. فكيف حصل هذا التحوّل في الاهتمام؟ من الواضح أن مبنى المكتبة هذا هو الشيء الذي كنا ندل عليه إذا أردنا أن نتحدَّث عن حجم المركبة، أَو كيف يمكن أن يكون حجمها. وبعدئذ يصبح من السهل تصوّر كيف يمكن تصغير الأبعاد لتكون متقاربة مع محور عامود التسليم للرأس الحربي. أما المسافات المقدّرة لماصات الصدمة فكانت مطابقة للمسافات الفاصلة بين طابق وآخر من المبنى. وهذا بالنسبة لي أكثر سهولة من الوقوف أمام السبورة لأقول هذا هو المبنى فتخيلوا وجود ماصات للصدمة تمتلئ بغاز النيتروجين متصلة اتصالاً مباشراً بأشياء تشبه الإطارات الهوائية للسيارات من أحد أطرافها. وعلىٰ هذا النحو تتكون عند المرء فكرة واضحة عن شكل وهيئة ماصات الصدمة. قد يسأل أحدهم هل هي طويلة ورفيعة؟ فأجيب كلا، وأشير إلىٰ تلك الأعمدة الماثلة عن بُعد وأقول إن قطر واحد من هذه الأعمدة يعادل علىٰ وجه التقريب نصف

قطر ما يجب أن تكونه. وهذه طريقة مفيدة جداً تساعدنا في التفكير بهذا المشروع بمجمله».

ويمضي تيد قائلاً: «أذكر أنني ذات يوم وقفت متكئاً علىٰ السياج الحديدي أفكر بالمشروع، وكان ذلك عقب عودتي من نزهة علىٰ شاطئ توري باينز Torrey Pines حيث تناولت طعام الغداء قريباً من مياه البحر أمتع ناظري بمشهد الطيور. إنَّه مكان رائع والجو يساعد في التأمّل بهذا المشروع من نواحي متعدِّدة. وها هو ذا النموذج أمامي. وهو مثال جيد للتعامل مع مسائل عديدة مثل ما هي طبيعة تحليق شيء لا يتجاوز طول قطره ثلاثة أقدام بالمقارنة مع تحليق شيء بالغ الضخامة مثل هذا النموذج، وما هي العلاقة بينهما؟ وتساءلت هل في هذا مضيعة للجهد؟ من السهل علىٰ المرء أن يركِّز انتباهه علىٰ مختلف المكونات، وأن يفصل علىٰ سبيل المثال ماصات الصدمة عن البقية الباقية. وعندئذ تحين منك التفاتة عابرة إِلىٰ هذا البناء، فترى عين اليقين أنه موجود حيث يجب أن يكون، ولم تحمله معها تلك الأشياء التي لا معنى لها وذلك لأسباب قد تخطر ببالك إن نظرت إِلىٰ هذا الشيء الذي بُني بحجم يعادل حجم السفينة».

وقبل أن يفكر أحد بصنع المركبة كان تفكير فريمان يتجه نحو تمثيل مركبة أوريون بمبنى قائم بذاته. وطبقاً لما يقوله هاريس ماير حاول فريمان منذ بدء العمل في المشروع أن يضع الأُسس لحدود الأبعاد والهيكلية لمركبات فضائيَّة من نوع أوريون متخذاً أساساً لدراسته تسارع طبق في الفضاء يسير بقوة دفع من القنابل. يقول ماير: «لدينا بناء هو مركبة أوريون، وسرعته في تزايد. حسن، لدينا أبنية عديدة علىٰ سطح الأَرض وهي جميعاً تكتسب تسارعاً هو تسارع الجاذبية الأَرضية. وطرح فريمان السؤال: «ما أضخم بناء نستطيع تشييده؟» ثم رسم حقلاً كاملاً».

وإِلىٰ هذا يضيف لو آلن Lew Allen قوله: «توصّل إِلىٰ متغيرات هندسية

معينة استخرجها من مبادئ فيزيائية بطريقة شديدة الوضوح تثير الذهول. وانتهى إلىٰ أن برهن أن الرقم الوحيد الذي يعول عليه هو مقاومة المواد. وحالما يحدد المرء مقاومة المواد، مثل الفولاذ علىٰ سبيل المثال، فإن جميع القِيَم المتغيرة الأُخرىٰ الخاصة بالمركبة تأتي بطبيعتها. وهذه طريقة سهلة وجميلة جداً للنظر إلىٰ الأشياء».

ومن جهة أُخرىٰ، يقول تيد: «بعد أن انتقلنا إلىٰ المخابر الجديدة عَلقت علىٰ إجراء بعض الدراسات للقِيَم المتغيرة، مستعيناً فيها جميعا بالرسوم البيانية، لكنها كانت طريقة بطيئة جداً. ثم أريتها إلىٰ فريمان فقال «إنها فكرة جيدة». وفي غضون أسبوع واحد دوّن ما ينوف عن اثنتي عشرة معادلة رياضية وتوصّل إلىٰ حلول للموضوع بأسره. فقد درس تحليلياً كافة القِيَم المتغيرة الهامة للسفينة وهذا ما كنت أحاول إنجازه بيانياً، مثل التمويل الإجمالي للزخم وقوة استمرار الحركة، وماصات الصدمة في مرحلة واحدة أَو مرحلتين، وهكذا. وهذا ما قاده إلىٰ دراسة لا تعرف قيوداً أَو حدوداً، كان من نتيجتها أن بدأ خلال أسابيع قليلة يصمِّم مركبات تنطلق نحو النجوم».

في بادىء الأمر اقتصرت دراسات فريمان للقِيَم المتغيرة علىٰ مركبات تدور في مدارات مخصّصة ومركبات تنطلق نحو الكواكب السيارة ويكون إقلاعها من سطح الأَرض ـ وقد وصف ذلك في تقرير أصدره بتاريخ 23 نيسان/ أبريل عام 1959 يحمل العنوان «دراسة الأبعاد لمركبات فضائيَّة من نوع أوريون»، حيث يقول: «كانت دراسة الأَبعاد أقل جدية من غيرها لكنها تقدم الإجابة عن السؤال «هل توصلنا إلىٰ سبر أغوار الحدود القصوى لهذه التكنولوجيا؟» والجواب بالإيجاب».

ثم طرح فريمان السؤال: «ما هو مجال التغير المسموح به لكل قيمة متغيرة من قِيَم التصميم ضمن حدود المبادىء العامة للفيزياء والهندسة؟ وكانت النتيجة النهائية العامة للتحليل أن من الممكن صنع مركبة فضائيَّة بوزن يتراوح

بين بضع مئات إلىٰ بضعة ملايين من الأطنان وتكون قادرة علىٰ الإنطلاق من سطح الأَرض والانفلات من حقل الجاذبية الأَرضية. ومن الممكن أيضاً أن يتراوح ثقل حمولة شحناتها من الصفر وحتى بضعة ملايين من الأطنان. ولا علاقة في ذلك الحجم بعدد القنابل التي ستحمل علىٰ متن المركبة. ولا علاقة كذلك للكلفة الإِجمالية لكل رحلة من المادة القابلة للانشطار والتلوث الحاصل في الغلاف الجوي بحجم الحمولة».

وبعد أن حدَّد القِيَم المتغيرة ووضع المتباينات الجبرية التي يتحتم تحقيقها في أي تصميم يوضع للمركبة قدم فريمان هذه النتائج في هيئة سلسلة من الرسوم البيانية التي توضح حدود الإِمكانيات المجدية لثلاثة أصناف من المركبات الفضائيَّة هي:

التابع الفلكي Satellite وتعني مركبة فضائيَّة ذات سرعة دفعية مقدارها 30 كم/ ثا وكتلة دفعية تبلغ 100 كغ تعترضها المركبة. وهو أصغر مركبة يمكن أن توضع في مدار يدور حول الأَرض وتستخدم مادة انشطارية اقتصادية.

المركبة أوريون Orion وتعني سفينة فضاء ذات سرعة دفعية مقدارها 60 كم/ ثا وقطر طوله 40 متراً. كتلتها أصغر من كتلة التصميم Orion M2 الاسمية، ذلك أن هذا التصميم الأخير لم يأخذ في الاعتبار الحد الأدنى من عدد القنابل. وهي أصغر سفينة يمكن أن تكون اقتصادية للمهمات عبر الكواكب.

مركبة أوريون الكبرى Super Orion وتعني سفينة فضاء ذات سرعة دفعية مقدارها 60 كم/ ثا وقطر طوله 400 متر وهي أكبر سفينة مناسبة للرحلات عبر الكواكب السيارة يمكن أن تنطلق من سطح الأَرض، ويمكن استخدام وقود دفعي لها اقتصادي الكلفة من القنابل الهيدروجينية.

تتراوح كتل هذه المركبات بين 300 طن وثمانية ملايين طن. ويوضح فريمان ذلك بقوله: «من الواضح أن الأحجام الأكبر لمنظومة أوريون تحمل وعوداً كبيرة للمستقبل. فالمركبة ذات شحنات متفجرة تزن مليون طن يمكن أن

تخرج عن نطاق جاذبية الأَرض باستخدام ألف قنبلة هيدروجينية تعطي مردوداً قدره بضع ميغا طن. وتبلغ كلفة رحلة كهذه خمسة سنتات للرطل الواحد من الشحنات المحمولة حسب الأسعار السائدة حالياً. وبحيث تُحاط كل قنبلة بألف طن من مادة دفعية خاملة وسيكون سهلاً حشو هذه المادة بعنصر البورون اللافلزي وبكمية يقدر لها ألا تسمح عملياً بتسرّب النيوترونات إِلىٰ الغلاف الجوي، ذلك أن تلوث الجو يتسبَّب عن التريتيوم وعن نواتج الانشطار، حيث دلت الدراسات الأولية أن التلوث بمادة التريتيوم الناجمة عن سلسلة انفجارات عالية المردود لا يقترب من المستويات البيولوجية الهامة».

وحالما يبدأ امرء بالتفكير بإِطلاق مركبة تزن مليون طن إِلىٰ مدار لها في الفضاء، لن يكون مستحيلاً له أن ينتقل في تفكيره إِلىٰ بناء مركبات ضخمة جداً يمكن أن تعمل في أعماق الفضاء ولكن لا يمكنها أن تغادر سطح الأَرض. يقول هاريس ماير وهو يستعيد ذكرياته: «ألقى فريمان محاضرة في أحد الأيام تحدث فيها عن أكبر مركبة يمكن صنعها دون أن يتعرض للتفاصيل الهندسية. وإِذا هي مركبة فضاء بقوة دفع مكونة من ميغا طن من القنابل الهيدروجينية، وقد صنع الدافع من اليورانيوم، والنيوترونات في هذا اليورانيوم تصنع البلوتونيوم، وعندما تصل المركبة إِلىٰ كوكبة ألفا سنتوري Alpha Centauri، إِذا وجد مثل هذا الكوكب، يقوم المرء بنزع هذا الدافع ويبنى مفاعلاً نووياً، فيكون لديه مستعمرة. واعتقدنا أن هذا أمر عظيم رغم أننا لن نعمل شيئاً من هذا القبيل، غير أن الجو العام كان مشجعاً لنا علىٰ فعل شيء ما. غير أن فريمان لم يكن يعمل في فراغ، كان يخالط الناس، ومنهم تيد تايلور الذي كان دوماً يقول له «إِهدأ، إِهدأ»».

ولا يزال لدينا تقرير وضع عام 1959 يتألَّف من خمس صفحات تضمن معلومات مكثَّفة بعنوان تقرير حسابي من جنرال أتوميك ويتحدث عن «مركبات الفضاء ذات السرعة العالية». وقد تضمن عبارات موجزة ومقتضبة

مثل «يمكن الحصول من حيث المبدأ علىٰ سرعة قدرها 1000 أو 10000 كم/ ثا من الانفجار النووي. ومثل هذه السرعة ضرورية لعبور المجموعة الشمسية بأسرها في مدة شهر واحد. ومن أجل الحصول علىٰ سرعة 1000 كم/ ثا نستطيع أن نفكر بكتلة تبلغ 10^4 طن و $\frac{1}{2} \infty A$. لن تتمكن من الإطلاق. 40٪ فقط من الكتلة تخصّص للوقود الدفعي. لذلك فالسرعة القوى للمركبة هي فقط $\frac{1}{5}$ V. وللحصول علىٰ 100٪ بحاجة فقط إلىٰ سطح أملس. ومن الممكن أيضاً إعادة استعمل الوقود، أو حتى استولاد الوقود. المركبة علىٰ شكل كرة جوفاء من الداخل ولها نافذة $\frac{1}{4}$ زاوية فراغية. الوقود الدفعي روث ومنتجات انشطار. سرعة المركبة $\frac{1}{2}$ V. الصنف (2) يصل إلىٰ سرعة 500 والصنف (3) إلىٰ 5000. مناسب جداً كمورد طاقة. الصنف (3) بتناسب كتلة قدره 10 يمكن أن يصل إلىٰ 10000. قد تستوعب مستعمرة من بضعة آلاف مع وسائل الراحة الحضارية وتصل إلىٰ كوكبة ألفا سنتوري Alpha Centauri في غضون 150 سنة».

ويقول فريمان تعليقاً علىٰ تلك المحاضرة: «كانت مجرد حديث غير رسمي وجّهته إلىٰ المجموعة في وقت مبكر نوعاً ما عن أحوال العمل فيما يمكن أن نستنتجه بلا حدود بهدف إعطاء هؤلاء الزملاء فكرة عما يمكن أن تكون الحدود في نهاية المطاف». غير أن مصدر الطاقة ليس علىٰ الإطلاق خيالاً علمياً، بل هو تلك القنابل الهيدروجينة المكدسة في كل من الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفياتي. ويزيد فريمان في ذلك إيضاحاً ويقول: «والقنابل الهيدروجينية هي المصدر الوحيد الذي نعرفه لحرق أرخص أنواع الوقود الذي لدينا وهو الديوتيريوم. لا أعلم علىٰ وجه الدقة مدى فاعلية القنابل الهيدروجينية ولو كنت أعلم ذلك لن أخبركم. لذلك سأضع لكم الحدود العليا والدنيا للأرقام التي يفترض بنا ألاّ نعرفها بدقّة». وقدّم فريمان تخميناً متحفظاً حول فاعلية ميغا طن واحد من القنابل، ثم أعطى تقديراته لما يمكن استخدامه منها للوصول إلىٰ سرعة 1000 أو 10000 كم/ ثا، وفي كل حالة كان يدرس

صنفين مختلفين من المركبات، أحدهما من أجل التسارع الأقصى، والآخر من أجل الحجم الأدنى.

لكن الحدود الخارجية تقيدها سرعة المخلفات التي تتركها القنابل ومقاومة المواد ودرجة الحرارة القصوى ـ 1000 درجة كالفن ـ التي يمكن أن يتحمّلها سطح المركبة. يقول فريمان «وذلك لكي لا يتبخر الدافع، إذ أَنَّه باستخدام القنابل الهيدروجينية ترتفع درجة الحرارة كثيراً جداً في الغاز الداخل ولكن تكون كثافة الغاز بالغة الضآلة فيبقى شفافاً. وحالما يرتطم بالسطح تنتقل الحرارة خارجاً بالإِشعاع طالما أن الطاقة الحركية للمادة الداخلة أقل من طاقة الدافع لاستيعاب الحرارة. فهي تقول له «لا تصهر الدافع»».

للمركبة ذات سرعة 1000 كم/ ثا كتلة إِجمالية قدرها 24000 طن. وقد أوضح فريمان ذلك عام 1968 حين قال: «المشكلة في سفن الفضاء من فئة 1000 كم/ ثا ليست الكلفة العالية لكل رطل من كتلتها، بل تكمن في الحجم الكبير لأصغر سفينة يمكن صنعها». أما السفن صغيرة الحجم من فئة 10000 كم/ ثا وذات دافع يبلغ قطره 150 كم وكتلة تزن 250 مليون طن فإِنها تستغرق 30 عاماً لتكتسب تسارعاً يوصلها إِلىٰ سرعتها القصوى وتحتاج إِلىٰ 150 سنة للوصول إِلىٰ أقرب النجوم إِلينا، نجم ألفا Alpha ونجم بروكسيما سنتوري Proxima Centauri، اللذين يبعدان عن الأَرض أربع سنين ضوئية. ومن أجل تحقيق سرعة 10000 كم/ ثا يجب أن يخصّص 90٪ من الكتلة الأصلية للوقود الدفعي، وهذا يتطلب صنع هيكلية خفيفة الوزن إِلىٰ أقصى حد ممكن، تنفرد في الفضاء كما مظلة الطيّار، أَو التخلّص من بعض الأحمال أَو أن يتم استهلاك جزء من السفينة أثناء الرحلة، مثلما يحدث في سفينة تجارية عندما يعمد الطاقم إِلىٰ حرق الأثاث عندما تقترب رحلتها من نهايتها. تتضمن الصفحة الرابعة من تقرير فريمان جدولاً يبين الأرقام وعملها بالنسبة لست مركبات مختلفة، والقِيم المتغيرة هي: V = السرعة، M = الكتلة الدفعية لكل قنبلة، U = كتلة المركبة،

N = عدد القنابل، A = التسارع، L = قطر الدافع، b = سماكة القشرة، t = دور القنبلة. وتتراوح الفترات الزمنية فيما بين الانفجارات ما بين 0,4 ثانية وحتى 50 ثانية لمختلف التصاميم. يقول فريمان: «هذه الفترة الزمنية طويلة عند المركبات صغيرة الحجم، لكنها قصيرة جداً في المركبات ذات الدفع العالي. وليس من السهل تحقيق أربعة أعشار الثانية، أما بالنسبة لثلاثين ثانية فيمكنك أن تتصور عملية فتح وإِغلاق باب الغرفة، أَو دفع القنبلة خارجاً بواسطة اليد».

ولكن مهما بلغ هذا الأَمر من عجب لا يصدقه أحد، فإِن العلماء لم يفكروا باستعمال أية مادة أَو تكنولوجيا غير معروفة حالياً من أجل تحقيق سرعة 10000 كم/ ثا واستخدام 25 مليون قنبلة. ولم تكن التكاليف عائقاً، ذلك أن المدة التي تصورها العلماء للمشروع هي 200 سنة، وإِذا حافظ الاقتصاد علىٰ معدل نمو قدره 4٪، «فإِن كلفة بناء مركبة تقدّر بمبلغ 100 مليار دولار في المستقبل تبدو وكأَنَّها 100 مليون دولار في عصرنا الحاضر». لكن السؤال الذي أثارته مركبة أوريون الكبرى Super Orion، لم يكن كيف ومتى، بل لماذا. وهذا ما وضحه فريمان بقوله عام 1968 «تمثل هذه الأرقام الحد الأدنى المطلق لما يمكن أن نفعله بما لدينا حالياً من موارد وتكنولوجيا فيما لو أجبرتنا كارثة فلكية معينة أن نرسل سفينة مماثلة لسفينة نوح إِلىٰ ما هو خارج حطام المجموعة الشمسية».

ويضيف إِلىٰ ذلك قائلاً: «وفي الوقت الذي تنطلق فيه طلائع أولئك المستوطنين إِلىٰ مكان ما بين النجوم، سوف يعرفون أشياء كثيرة لا نعرفها نحن اليوم عن الأماكن التي سيذهبون إِليها وعن تكوينهم البيولوجي وعن نمط العيش في محيط غريب عليهم كل الغرابة». ثم أعاد ما ذكر ما جاء في بيانه لعام 1958، وحدَّد هدفين لرحلة كهذه هما: «ضمان بقاء الجنس البشري في وجه أسوأ الكوارث التي يمكن أن تصيب الإِنسان سواء كانت طبيعية أم من صنع الإِنسان». و«الاستقلال التام بعيداً عن أي تدخُل ممكن من جانب الحكومة».

لكن فريمان يؤكّد أن الغاية من مشروع أوريون لم تكن علىٰ الإطلاق الذهاب إلىٰ ما وراء الكواكب الخارجية في المجموعة الشمسية «فهي منظومة ضئيلة الحجم أمام رحلة هدفها السفر بين النجوم. وسرعة قدرها 10000 كم/ ثا تعادل $\frac{1}{30}$ من سرعة الضوء، لذلك فهي بطيئة جداً إذا أراد المرء الاستمتاع بالرحلة». والسفر بين النجوم، متى يتحقَّق وإذا تحقَّق، له مراجع غير هذه، قد يجدها المرء علىٰ رفوف أُخرىٰ في تلك المكتبة العمومية التي تحدثنا عنها، والتي كما قال تيد تحتوي علىٰ (10^{22} ـ 1) من المفاهيم المتبقية للدفعيات التي لم تستكشف بعد.

12

التمدّد الحر للغاز

يبدو أن علماء الفيزياء يعشقون الانفجارات. ذات يوم وبعد انقضاء اثني عشر عاماً علىٰ توقّف العمل في مشروع أوريون كنت في منزلنا في كولومبيا البريطانية أعد طعام الفطور لوالدي علىٰ موقد يحتوي وقود الكيروسين المضغوط، حصل تسرّب للوقود وانتشرت النيران حولي فأسقطت من يدي كل شيء واستدرت إلىٰ الوراء لأهرب وأنجو بنفسي، وإذا بي أشاهد والدي فريمان يقف بالباب ويقول مبتهجاً «يا إلهي، هذا انفجار!».

ويعشق الفيزيائيون أيضاً النماذج المجردة والمبسطة. وليس بالضرورة وجود تماثل بين النمط الرياضي والفيزياء الحقيقية ليتكون عند المرء تبصّر واضح لعالم الواقع، والتجربة الفيزيائية التي لا تتطابق بدقة مع النمط الرياضي بدورها تدل علىٰ توافق أو عدم توافق النمط الرياضي مع النظريات. وهذا التفاعل بين النظرية والتجربة هو الذي دفع باتجاه تطوير الأسلحة النووية منذ تلك التجربة الأولى التي أجريت في موقع ألاموغوردو Alamgordo، حيث الأنماط العددية كانت سبباً في تطوير النماذج التجريبية التي بدورها طوّرت أيضاً الأنماط العددية، ما أدّى إلىٰ ظهور جيل جديد من القنابل. يقول الفيزيائي باد بيات Bud Pyatt: «كنا نصل إلىٰ ثلاثة أرباع ما نصبو إليه عن طريق الحسابات في تسع من عشر مرات، أما التجارب فكانت دوماً تقدّم لنا المفاجآت». وهذا

الفيزيائي لا يزال حتى اليوم يشارك في دراسة تأثيرات الأَسلحة التي ترجع في أصولها إِلىٰ مشروع أوريون.

في مطلع عام 1958 واجه تيد تايلور التحدي ذاته الذي واجه الرواد الأوائل العاملين في لوس ألاموس ألا وهو كيف يجمعون الأنماط الرياضية والحدس البدهي والمعطيات المحدودة من التجارب ضمن تصميم تكون له أفضل فرصة للنجاح من المحاولة الأولى. لكنهم كانوا يعملون في فراغ، مواردهم لا تتجاوز المليون دولار التي تأتيهم من وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة وليس لديهم سابقة أو حدود يعملون ضمنها. ولم يكن لدى الفيزيائيين حتى شهر آب/ أغسطس عام 1958 أية خبرة عملية بالانفجارات النووية في الفضاء الخارجي إذ من المتوقع أن يكون التنبؤ بسلوك الانفجار النووي ضمن الفراغ أكثر سهولة من التنبؤ بمثل هذا السلوك في الغلاف الجوي، ومع ذلك أصيب الجميع، وليس فقط علماء الفيزياء العاملون في مشروع أوريون، بالدهشة وشعروا بهول المفاجأة عندما أجرت هيئة الطاقة الذرِّيَّة بالتعاون مع وزارة الدفاع تجربة انفجار نووي علىٰ ارتفاعات عالية في طبقات الجو وبمحاذاة الفضاء الخارجي. يقول تيد: «إِن إِطلاق انفجار نووي في الفضاء عملية بالغة التعقيد لا يستطيع المرء أن يفهمها. لا أحد يستطيع أن يستوعب ما يجري. كل ما عليك أن تفعله لتبرهن أَنَّه حصل أن تسأل أسئلة، وتتابع طرح الأسئلة حتى تسمع الجواب «لا أدري»، فتكتفي وتكف عن طرح الأسئلة».

الجدير ذكره أن الانفجار النووي في الفراغ يحوّل بصورة فورية مقداراً معيناً من المادة الباردة إِلىٰ غاز شديد الحرارة وغير محصور. فكيف يؤثر الشكل والكثافة الأوليين للمادة الباردة في توزيع المادة الناتجة ذات الحرارة العالية والسرعة العالية؟ ذاك كان واحداً من الأسئلة الأولى التي عكف فريمان علىٰ دراستها في عام 1958. وابتدأ دراسته بفرضية أن مركبة أوريون ستكون

بمثابة سلسلة متتابعة من الأحداث المؤدية إِلىٰ كوكب المريخ أَو المشتري والعودة إِلىٰ الأَرض، ونقطة البداية هي التمدّد الأولي للمادة الدفعية، أَو تلك المادة التي توضع حول أَو قرب القنبلة.

ليس المقصود بهذا صنع القنابل، التي هي من اختصاص مخابر ليفرمور ولوس ألاموس، التي تُعد المخابر الوحيدة ذات الصلاحية في هذا المجال. ربما يكون لدى تيد وزملائه أفكار خاصة حول نوع القنابل التي يريدون استعمالها في مركبة أوريون، إِنما ليس من اختصاص شركة جنرال أتوميك أن تحدِّد لهم النوع والتصميم. يقول مو شارف Moe Scharff: «وما تم الاتفاق عليه أخيراً أن المخابر فقط هي التي تعمل علىٰ تصميم الأَسلحة، وأما الجهات الأُخرىٰ فيمكن أن تعمل في مجال تأثيرات الأَسلحة. وقد كانت المخابر، ونقصد هنا ليفرمور Livermore ولوس ألاموس Los Alamos وسانديا Sandia، علىٰ استعداد لأن تسمح لشركات خارجية بالعمل علىٰ التأثيرات الناتجة عن منتجاتها طالما أن هذه الشركات لا تعبث بالمنتجات ذاتها. وفي نهاية المطاف تم الاتفاق علىٰ أن الحدود التي لا يمكن تجاوزها فيما يتعلّق بالسلاح ذاته هي غلافه الخارجي أَو مظروفه، وإِذا وضع شيء حوله فإِنَّه لا مانع من الاستفادة من ناتجه حتى لو كان هذا الشيء يبعد عنه مسافة تقل عن المتر الواحد. وهكذا كان الموقف النهائي. ينبغي ألاّ يعبث أحد بما هو داخل تلك الآلية المنتجة للطاقة. ولكن بعد أَن يتم إِنتاج الطاقة، وأردت أن تحولها إِلىٰ أي نوع آخر من الطاقة فأهلاً وسهلاً، وشريطة أن تتم مراجعتنا في هذا الشأن بشكل دوري ومنتظم».

لقد تعلّم فريمان دايسون معظم ما يعرفه عن الأَسلحة النووية في يوم واحد بنهاية صيف عام 1956. ولم يكن حينذاك قد حصل علىٰ الجنسية الأَمريكية، ومع ذلك كان باستطاعته أن يشتغل علىٰ مفاعل نووي انشطاري لأغراض مدنية مثل مفاعل تريغا TRIGA، لكنه لم يسمح له بالعمل في أي شكل

من أشكال الطاقة الاندماجية للأغراض المدنية (مثل مشروع شيروود) أَو أي شيء له صلة بالقنابل. ومع اقتراب نهاية فصل الصيف، وبعد أن اكتمل وضع تصميم مفاعل تريغا، أوكلت هيئة الطاقة الذرِّيَّة التي خشيت من نضوب متوقع لعنصر التريتيوم إِلىٰ شركة جنرال أتوميك مهمة تصميم مفاعل ينتج التريتيوم، وأطلق علىٰ هذه المهمة اسم «مشروع أغسطس Project August» لأن إِنجاز هذا المفاعل يجب أن يتم في غضون ثلاثة أسابيع. وتطلب توظيف فريمان في هذا العمل إِجراءات خاصة للحصول علىٰ موافقة هيئة الطاقة الذرِّيَّة. يذكر فريمان فيما كتبه في شهر آب/ أغسطس: «لهيئة الطاقة الذرِّيَّة بطبيعة الحال تفسيراتها المنطقية لهذه الحالة السخيفة. فالأنظمة لديها تنص علىٰ أَنَّه لا يجوز الإِفصاح عن معلومات سرِّية لأجنبي إِلاَّ إِذا كان ذلك بدافع الضرورة القصوى لصالح الدفاع عن الوطن. وإِذا كانت هذه المعلومات لا تحمل صفة الأهمية العسكرية فليس من ضرورات الدفاع عن الوطن أن تعطىٰ إِليّ. ومن هذا المنطلق أستطيع أن أحصل علىٰ أسرار عسكرية هامة، ولا أستطيع الحصول علىٰ أسرار مدنية ليست بذات أهمية. إِنها حقاً أسخف نكتة سمعتها في حياتي».

بعد بضعة أيام من استلامه تلك الموافقة المؤقتة، تلقى فريمان دعوة للتوقف في لوس ألاموس وهو في طريقه إِلىٰ برنستون في شهر أيلول/ سبتمبر، وذلك لضرورة الحصول علىٰ موافقات أُخرىٰ. يقول في مذكرة كتبها في العشرين من الشهر في لوس ألاموس: «وأخيراً جئت إِلىٰ هذا المكان. وتلقيت أمس النبأ بأن الموافقة قد صدرت. وفي المساء ذهبت بالطائرة إِلىٰ ألبوكرك، وصباح هذا اليوم ركبت طائرة ذات خمسة مقاعد تأتي إِلىٰ هنا كل يوم وتهبط علىٰ هضبة صغيرة لا يتجاوز عرضها عرض مدرج المطار، تحيط بها الوديان من كل جانب». وأمضى فريمان يومين في لوس ألاموس قبل أن يغادر بالطائرة إِلىٰ نيويورك. ويتابع سرد روايته فيقول: «أمس تناولت الجرعة الأخيرة من 14 حقنة بالعضل ضد داء الكَلَب» حيث عضه كلب مسعور عندما

كان في رحلة تيخوانا Tijuana. «وفي هذا اليوم استمعت واستوعبت بسرعة هائلة كل المعلومات التي أُتيحت لي. فالموافقة التي حصلت عليها أفادتني في كل شيء، الآلات الخاصة بمشروع شيروود وجميع أنواع القنابل».

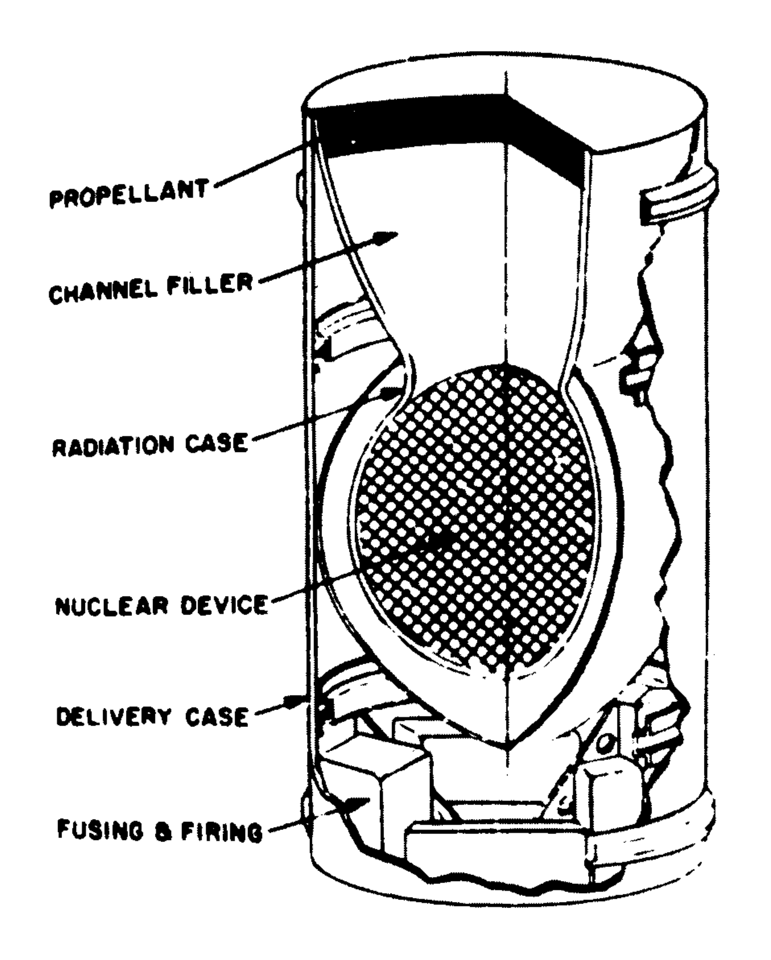
يقول فريمان: «لشدة دهشتي أنهم قدموا إِلي كل ما لديهم من معلومات عن القنابل. فأنا لم أطلب ذلك، ولم أكن مهتماً بالقنابل بصفة خاصة. أرادوا أن يخبروني كل شيء عما كانوا يفعلونه، كما لو أنهم كانوا يتحرّقون شوقاً للتحدّث إِلىٰ أحد عن أفعالهم، حدَّثوني عن التصاميم التي أنجزوها وعما كانوا يخطِّطون لفعله. وأخذت أستمع بإِصغاء شديد لكل ما يقولونه. ولم أفعل شيئاً ثم عدت أدراجي إِلىٰ هذا المكان في برنستون وٱستأنفت عملي المعتاد. لكن هذه المعلومات أفادتني كثيراً في مشروع أوريون». غير أَنَّه يعتقد الآن أن الدافع وراء تلك الدعوة لزيارة لوس ألاموس في ذلك الحين والتي لم يدرك لها سبباً هو اهتمام معين بلجوء مخابر ليفرمور إِليه أولاً.

كان للتحليل الذي أجراه فريمان للانفجارات النووية في الفراغ أهميته المحورية في إِمكانية إِنجاز مشروع أوريون، حيث أوجز هذا التحليل في دراسة تحمل عنوان «التمدد الحر للغاز». كما كانت له أهميته البالغة في الأَسلحة النووية الموجهة بالطاقة وأدى مباشرة إِلىٰ مشروع حمل اسم «Casaba Howitzer» الذي وصف بأَنَّه نسخة معدّلة عن مركبة أوريون بطلقة واحدة، أَو هو أوريون نفسه إِنما بدون المركبة». كان هذا المشروع من نتاج فكر مو شارف Moe Scharff عندما كان في مخابر ليفرمور، ثم بعث حياً بعد سنوات عديدة لاحقة، وعليه ارتكز برنامج سلاح فضائي دعي باسم «حرب النجوم»، وعُرف أيضاً باسم «مبادرة الدفاع الاستراتيجي». يوضح شارف هذا المشروع بقوله: «في حين يعمل أوريون علىٰ توجيه البلازما الكثيفة بسرعة منخفضة نسبياً وبزاوية عريضة، فإِن هذا المشروع يعمل علىٰ توجيه بلازما ذات كثافة أدنى بسرعة عالية وبزاوية ضيقة. وأوريون مركبة فضائيَّة. أما Casaba-Howitzer فيمكن اعتباره

أَسلحة فضائيَّة. ويمكن أن يكون بضعة أشياء تحملها أوريون، مثلاً، لو أن أوريون كانت بارجة حربية».

ولا تزال الأجيال الجديدة من مشروع Casaba Howitzer تحت دراسة مكثفة، فلا يستطيع شارف أن يبوح بأية تفاصيل عن أكثر من سبب ومنشأ التسمية حيث يقول: «كانوا يسمون الأشياء بأسماء أنواع البطيخ، وقد نفدت جميع الأسماء الجميلة. وفي ذلك العام حصل شيء من المرح ابتهاجاً بالبطيخ. غير أن الصلة بين ما نحن فيه والبطيخ هو كثرة البذور التي اعتبرناها مماثلة للجزيئات الكثيرة التي نحن بصددها». كان مشروع Casaba-Howitzer في واقع الأمر استنتاجاً مباشراً من أوريون، وفي الوقت نفسه كانت النسخ اللاحقة لأوريون تعتمد كثيراً علىٰ النتائج النظرية والتجريبية المستخلصة من مشروع Casaba-Howitzer. ومن هنا كانت الأموال المخصّصة لهذا المشروع هي التي جعلت فريق العمل بمشروع أوريون يستمرون في العمل عندما تضاءلت أرصدة أوريون ـ ولكن كان ثمة جانب مكلف في هذه الصفقة ـ ذلك أن غطاء السرِّية ظل يغلِّف المشروع لفترة طويلة من الزمن بعد أن طويت كل الخطط المتعلقة بصنع بارجة حربية من نوع أوريون. ومن جهة أُخرىٰ، إِذا قرَّرنا في يوم من الأيام أن نصنع شيئاً مشابهاً لأوريون، فسوف ينحصر عملنا في مجال الأَسلحة الموجهة بالطاقة، وفي طريقة حماية السطوح منها، وهذا ما يتيح لنا أن نبدأ من حيث توقف العمل في مشروع أوريون.

إِن أي شيء يتواجد قريباً جداً من الانفجار النووي يتبخر ويتحول إِلىٰ بلازما ـ هي سحابة من المادة عالية الحرارة جداً مما يجعل ذراتها تتأين وتفقد إِلكتروناتها ـ ثم تفقد حرارتها وتبرد أثناء تمددها. وتلك مسألة حسابية بسيطة يمكن استخلاص نتائج منها تتعلّق بشكل وكثافة الجسم الأولي الذي سوف يتبخر وشكل وكثافة سحابة الغاز الناتجة. وهذا ما يوضحه فريمان بقوله: «هذا النموذج يجب أن يكون بسيطاً ليمكن تكامل المعادلات الهايدرودينامية بدقة.



وحدة النبضة في مركبة أوريون ذات قطر طوله 10م: المردود كيلو طن واحد تقريباً والوزن 311 رطلاً وما بين 2000 إلىٰ 3000 شحنة تكفي لرحلة إلىٰ المريخ والعودة إلىٰ الأَرض. عندما تنفجر القنبلة ينحصر الانطلاق الأولي للطاقة ضمن الغلاف الإِشعاعي ويوجه نحو لوح الدافع.

فالسحابة الحقيقية من الغاز المتكون لن يكون لها علىٰ وجه الدقة ذلك التوزع للكثافة كما في النموذج، ومع ذلك لا بد للمرء أن يتوقع سلوكاً للسحابة الحقيقية مشابهاً نوعياً لسلوك النموذج المستعمل». ووضع فريمان المعادلات اللازمة وأدخلت الأرقام في الحاسوب طراز IBM 650 الموجود لدى شركة جنرال أتوميك الذي كان واحداً من الآلات التي تجرىٰ عليها معظم العمليات الحسابية المتعلقة بالنماذج الأولى من القنابل وحسابات متعلقة بموجة الانفجار في لوس ألاموس وكان أفضل كثيراً من الحاسوب طراز IBM 704 الذي جاءت به شركة جنرال أتوميك في عام 1959.

وطبقاً لنموذج فريمان، فإِن جسماً شكله الأصلي كشكل السيجار يتمدّد ليصبح بشكل فطيرة، وجسماً شكله الأصلي كشكل الفطيرة يتمدد ليصبح بشكل السيجار. ولهذا، كما يقول فريمان، «صلة وثيقة ومباشرة بتمدّد القنبلة. إِذا كان

لديك شيء يبدأ بشكل الفطيرة وتسخنه إِلىٰ درجة حرارة عالية جداً فإِنَّه يتمدّد جانبياً علىٰ طول محوره أكثر مما يتمدد عند حوافه. وحيث أن أعلىٰ قيمة لتدرج الضغط تتركز علىٰ طول المحور يتخذ هذا الجسم شكل السيجار. وعلىٰ هذا النحو يحصل التعاكس، أي الجسم الذي يشبه شكله شكل السيجار يصبح مثل الفطيرة، والجسم الذي يماثل الفطيرة يتحوّل إِلىٰ شكل مشابه للسيجار، وذلك في حال كون التمدد حراً. وهذا يتطابق مع الجذر التربيعي. إِذا كانت النسبة بين قطر الفطيرة وسماكتها في البداية عشرة تكون النسبة بين طول السيجار وسماكته في نهاية الأمر الجذر التربيعي لعشرة، هذا بصورة تقريبية. وهذه النتيجة، بطبيعة الحال مفيدة جداً إِذا كان لدينا مركبة أوريون حقيقية، حيث تكون البداية علىٰ هيئة الفطيرة ينتج عنها تيار نفاث يمكن توجيهه علىٰ التوازي ضمن 20 درجة أَو نحو ذلك. لكن السهولة في طريقة إِحداث انفجار لا متماثل لا تزال من الأَسرار التي لا يمكن لأحد أن يطلع عليها، وهذا كل ما أعرفه».

إِذن، الجسم بشكل الفطيرة المناسبة وفي المكان المناسب يستطيع أن يحول قسماً كبيراً من الطاقة الناتجة عن القنبلة إِلىٰ تيار نفاث ضيق من الطاقة الحركية يمكن توجيهه كما نريد نحو صفيحة الدافع لمركبة فضائيَّة مجاورة، أَو يمكن توجيهه لغرض تدميري نحو شيء آخر. وكلما صغرت سماكة هذه «الفطيرة» يصغر قطر النفاث المندفع. في الأيام الأولى للعمل في مركبة أوريون حيث كان الهدف صفيحة ضخمة للدافع كان الافتراض أن يكون الوقود الدفعي لوحاً سميكاً من مادة خفيفة ورخيصة الثمن مثل البولي إِيثيلين، غير أن النماذج المتأخرة لهذه المركبة أظهرت الحاجة إِلىٰ لوح قليل السماكة من مادة عالية الكثافة مثل التنغستن ليمكن توجيه الطاقة الناتجة عن القنبلة نحو مخروط أشد تضيقاً. ولكن معرفة قيمة هذا التضيق لا تزال طي الأسرار، رغم أن نظرة واحدة إِلىٰ التشكيل العام للمركبة أوريون تتيح للمرء أن يخمن هذه القيمة.

وهذا أيضاً أحد الأسباب التي جعلت بعض المعلومات التفصيلية الخاصة بتصميم صنع المركبة مثل المسافة بين وحدة النبضة وصفيحة الدافع، تبقى من الأسرار التي لا ينبغي لأحد أن يطلع عليها، حتى بعد انقضاء أربعين عاماً.

عندما يوجه النفَّاث الدفعي بشكل أكثر تضيقاً من حيث الحيز فإن أثر ارتطامه في صفيحة الدافع يكون أوسع انتشاراً من حيث الزمان. وبذلك تكون النتيجة جدوى أكبر في فاعلية القدرة الحصانية الحقيقية ورحلة مريحة للمركبة. يقول باد بيات Bud Pyatt متجنباً ذكر الأرقام: «وفي نهاية المطاف أنجزنا بعض التصاميم الأكثر إِحكاماً فيما يخص التوزع الزاويّ لزخم قوة الحركة، حيث يجب توجيه هذا النفاث نحو مركز البؤرة في صفيحة الدافع، ولا يمكن أن ينحرف عن هذا المركز ولو بمقدار خمس درجات دون أن يسبِّب إِجهاداً كبيراً في ماصات الصدمة».

كان بيات في السادسة والعشرين من عمره عندما التحق بشركة جنرال أتوميك في شهر أيلول/ سبتمبر عام 1959، حين رحل فريمان عنها. يصف تلك الفترة فيقول: «كانت فترة ممتعة. عندما يسألونني ماذا أفعل أقول لهم «إِنني أشتغل في مركبة فضائيَّة تعمل بقوة دفع من الأَسلحة النووية التي تتفجر علىٰ بعد بضع مئات من الأمتار عنها». ثم ينظرون إِليّ نظرة تحمل كل معاني الاستغراب والدهشة». وأمضى بيات نحو سنة ونصف منذ بداية عمله في معاونة العالِم في الفيزياء الفلكية جون ستيوارت John C. Stewart الذي أجرى دراسة تفصيلية في انعدام شفافية العناصر الخفيفة، وبعدئذ عمل تحت إِشراف بيرت فريمان علىٰ تحسين التصميم الخاص بوحدة النبضة.

استعان بيات وزملاؤه بالمبادىء المعتمدة في لوس ألاموس وليفرمور بخصوص تصاميم الأَسلحة ودرسوا سلسلة من التحسينات في مركبة أوريون وبتفصيل أكبر من تلك الدراسة التقريبية التي أجريت في عامي 1958 و1959. وقد أوضح ذلك في حديث له عام 1963: «تحتاج الحسابات الكاملة للنظام

المفترض للنبضة والتفاعل التالي مع الدافع إلىٰ نحو سنتي عمل يدوي ونحو خمسين ساعة عمل علىٰ الكومبيوتر من طراز IBM 7090». وقد ازدادت الثقة بإمكانية تصميم وحدات نبضة ذات أداء أفضل مما كانوا يتمنون حين وضعوا التصميم الأساسي لها بعد أن أنتجت كومبيوترات جديدة تتميز بمبادىء عمل محسنة وبعد توفّر بيانات تجريبية جديدة. ويضيف بيات قائلاً: «لم يسبق لأحد أن درس هذا الأمر بمثل تلك التفاصيل التي أدخلناها في دراسة تصميم نظام النبضة في الدفع. فقد كان العاملون في مخابر الأَسلحة يشعرون برغبة في التوقف عن الدراسة حالما يظنون أن القنبلة أثبتت نجاحها. فقد كان التركيز في دراستهم علىٰ فيزياء القنبلة وليس علىٰ تحليل النتائج المتسبّبة عن القنبلة، وبشكل خاص الهيدروديناميك. وقد كانت التحليلات التي أجراها فريمان دايسون ممتعة وعملية، وهذا ما تابعته شخصياً».

ويمضي بيات قائلاً: «كانت الفكرة أن يكون لدينا كثافة متغيرة في منظومة الدفع بالنبضة. وبالطريقة ذاتها التي جرى فيها تصميم القنابل ذات المرحلتين، لدينا قناة إشعاع ثم الصفيحة التي تكتسب تسارعاً من نبضة الإِشعاع». إذا نظرنا إلىٰ المقطع العرضاني نجد أن وحدة النبضة في مشروع أوريون تشبه جهاز تلفزيون قديم الطراز: ترتكز القنبلة علىٰ عنق صمام الصورة وتحيط بها علبة الإشعاع، يحتوي صمام الصورة المخروطي الشكل علىٰ معبئ القناة. وواجهة الصورة لهذا الصمام هي «الفطيرة» الدافعة. ويشير بيات بيده إلىٰ هذه «الفطيرة» ويقول: «ومن هنا نبدأ بوضع التكوين الجديد والتحكّم بكثافته بطريقة تجعله يتمدّد نحو الخارج ليصل إلىٰ الكثافة المطلوبة».

أما الحمل علىٰ الدافع الذي يجب أن يتوزّع علىٰ أكبر مساحة ممكنة من حيث الزمان حرصاً علىٰ الركّاب وماصات الصدمة فيكون الناظم له الكثافة المحلية لسحابة الوقود الدفعي مضروبة بمربع السرعة. يقول بيات: «وضع فريمان دايسون تقريراً رائعاً عن هذا الموضوع في ذلك الصيف حين كان هنا

قبل مجيئي، وقد أثبتت الأيام صحة ما جاء فيه. فالسرعة هي السرعة؛ ويمكن للمرء أن يؤثِّر في معدلها الوسطي وفي ذروتها، ولكن لا يمكن لأحد أن يؤثِّر في التوزيع. ولكن يستطيع المرء أن يؤثِّر في توزُّع الكثافة، وإلىٰ حد كبير، وذلك من خلال التحكّم بالكثافة الأولية في لوح الوقود الدفعي. فالصفيحة المسطحة لا تتمدّد فقط لجهة الطول مثل السيجار، إذا استطعت تكوين معلومات خاصة بالكثافة عبر الصفيحة المنبسطة، أي كثافة دنيا في المقدمة أَو كثافة أعلىٰ ثم كثافة أدنى في الوسط أَو نحو ذلك، فإن هذه الصفيحة تحتفظ بذلك في ذاكرتها. فالفكرة هنا تخفيف الصدمة. ولا نريد تغيير النبضة الكلية. النبضة هي النبضة، ويتوجب عليك أن تجعل الفكرة بمجملها تنجح. ويمكنك التحكّم بالضغط بكل تأكيد، إذا استطعت أن تمده وتنشره عبر الزمان، ولكن عليك أولاً أن توجهه ـ مقدار نصف زاوية من مقدار عشر درجات أَو نحو ذلك. وكل تلك المعلومات كانت في ذلك الحين في أعلىٰ مستويات السرِّيَّة».

إن أية دراسة تفصيلية لكيفية توجيه الدافع يقترب في خطره من تفاصيل معينة تتعلّق بتصميم القنبلة الهيدروجينية. يوضح بيات ذلك بقوله: «إن التكنولوجيا المرتبطة بالقنابل ذات المرحلتين ـ قنوات الإشعاع التي تحرض الانفجار نحو الداخل للقنابل الثانوية والقنابل ـ هي التكنولوجيا نفسها التي استخدمناها لتحقيق التوجيه لزخم قوة الحركة. وأنا علىٰ ثقة أكيدة بأننا نستطيع أن نفعل أكثر مما فعلنا في هذا الصدد، إذ لم نمض بعيداً كما كنا نتمنى في تصميم نظام النبضة بحيث تتحكم بإطلاق النبضة بطريقة تكون فيها مكملة لعمل ماصات الصدمة. وهذا من شأنَّه أن يجعل مسألة ماصات الصدمة أكثر سهولة من مجرد القبول بالارتفاع السريع والانحلال الأسّي.

يقول بيات: «وفيما بعد، وكنت قد اشتريت أول جهاز كومبيوتر أقتنيه من صنع أبل ماكنتوش Apple Macintosh، وأدخلت فيه برنامجاً للتصميم كنت أعمل عليه في أوقات فراغي». كانت أجهزة الكومبيوتر التي تعمل لدى شركة

جنرال أتوميك في عام 1959 ذات طاقة حسابية أقل من الأجهزة التي يمكن شراؤها هذه الأيام بمبلغ 300 دولار للجهاز الواحد. ويتابع بيات قوله: «معظم الأعمال التي قمنا بها في مجال منظومة الدفع بالنبضة كانت دراسات هايدروديناميكية كاملة ذات بُعدين. ولم تكن الشركة تملك جهاز كومبيوتر سريع العمل، ولكن أتيحت لنا بعض الأجهزة التي وفرتها لنا قيادة القوى الجوية. ولا أنسى تلك الليالي الطويلة والعديدة التي قضيتها في الترحال Hughes Aircraft في لوس أنجيليس علىٰ الطرقات Highway 101 قبل إنشاء الطريق بين الولايات I-5. كنا نقضي وقتاً طويلاً هناك، نعمل علىٰ جهاز الكومبيوتر طراز IBM 7090، وهو جهاز ضخم لديه استطاعة تخزين 64000 كلمة». كانت تلك استطاعة الذاكرة لأول جهاز حاسوب شخصي PC تنتجه شركة IBM في عام 1981، وتعادل نصف استطاعة الذاكرة لأول جهاز كومبيوتر أنتجته شركة أبل ماكنتوش Apple Macintosh في عام 1984. يقول بيات: «وعلىٰ طاولة مكتبي اليوم يوجد جهاز كومبيوتر بطاقة حسابية أكبر كثيراً من تلك التي اشتغلت عليها عندما عملت في مشروع أوريون، حيث الآلات كانت تملأ مساحة القبو في البناء الضخم التابع لشركة كونفير Convair».

علىٰ أية حال لدينا الآن إرث باقٍ من مشروع أوريون هو الأشخاص الذين عملوا فيه والوثائق ومجموعات القوانين والمبادئ الخاصة بالمشروع. ومعظم هؤلاء الأشخاص جاؤوا من مخابر ليفرمور أو مخابر لوس ألاموس. وكذلك الأمر بالنسبة لمجموعات القوانين والمبادئ. يروي لنا بيات شيئاً عن ذلك فيقول: «في لحظة ضعف اُتفق جوني فوستر Johnny Foster مع تيد تايلور علىٰ أنهم إذا أرادوا أن يرسلوا شخصاً إلىٰ ليفرمور لبضعة أشهر من أجل العمل مع إحدى المجموعات العاملة هناك علىٰ التصاميم فسوف يطلب إليه أن يحصل علىٰ مجموعة القوانين والمبادئ ذات البُعدين التي طوروها مؤخراً. وقد اُنتخبوني لهذا الإيفاد وقضيت بضعة أشهر في ليفرمور أعمل إلىٰ جانب بيل

شولتز Bill Schultz، وجلبت معي مجموعة القوانين التي يسمونها ترميزاً Coronet، وهي خلاصة القوانين الرياضية لانتقال الأشعة في البُعدين والتي كان من شأنّها أن جعلت ليفرمور تتفوق بدرجات كبيرة علىٰ لوس ألاموس في فاعلية تصميم القنابل ذات المرحلتين. وقد حولنا هذه المعادلات إلىٰ أداة تصميم من أجل حساب سلوك نظام الدفع بالنبضة». وقد عرفت نسخة أوريون لهذا النظام باسم Motet وتتضمن تحسينات كثيرة لا تزال باقية حتى الآن في صميم تصاميم الأَسلحة وأعمال التحقّق.

بتاريخ التاسع من تموز/ يوليو عام 1962 أجرى تفجير لقنبلة نووية حرارية بقوة 1,4 ميغا طن علىٰ ارتفاع 400 كم فوق سطح جزيرة جونستون في جنوب المحيط الهادي. وكانت النتائج والآثار الناجمة عن هذا الانفجار مفاجأة شديدة الهول لم يتوقعها مسؤولو هيئة الطاقة الذرِّيّة ووزارة الدفاع الذين حضروا لمراقبة هذه التجربة التي أطلقت عليها تسمية Starfish. من هذه الآثار أضرار في العين أصيب بها مراقبون كانوا يقفون خارج منطقة الحظر، وإِضاءة شديدة في سماء الليل حتى مسافة 1400 كم عن الموقع واضطرابات كبرى في حزام فان ألن الإِشعاعي Van Allen Belt. وقد تمكنت الجماعة العاملة في أوريون من صنع نموذج لما حدث وبناء علىٰ الوقائع وباستخدام النظام Motet واْستنتجت بأن «تنبؤاتها لما لوحظ فعلاً في هذه التجربة تشكّل تأكيداً قوياً لمجموعة المعادلات هذه». وهكذا اعتبرت هذه التجربة التي عُرفت باسم Starfish نقطة علام هامة لمشروع أوريون رغم أنّها لم تكن ذات صلة بالمشروع.

بالإِضافة إلىٰ مجموعة معادلات Motet الخاصة بالتمدّد، ومجموعة معادلات Sputter المتعلقة بحساب مقدار تآكل السطح، قدمت مجموعة العلماء الرياضيين في شركة جنرال أتوميك مجموعات معادلات أُخرىٰ كثيرة، نذكر منها Bump لحساب النبض وBamm لحساب الاستجابة الحركية الدينامية وPress للجهد الواقع علىٰ صفيحة الدافع وBetelgeuse لاهتزاز صفيحة الدافع وPogo من

أجل سلوك ماصات الصدمة وHayo لحساب كتلة الوقود الدفعي وعدد الشحنات في كل مناورة محتملة وTrip لحساب تقديرات احتياج الوقود وذلك إِلىٰ جانب مجموعتي Orop وOrople اللتين تبحثان في تحسين أوريون. أنجزت هاتان المجموعتان الأخيرتان في شهر كانون الأول/ ديسمبر عام 1964 وهما تجسدان العلاقات الرياضية لنحو 106 تصميمات مختلفة وقِيَم متغيرة للأداء في صنع أية مركبة من طراز أوريون، فقد اختزلت معلومات تراكمت من خلال عمل استغرق ستة أعوام في بحوث تتعلّق بجميع نواحي مركبة أوريون في مجموعة وضعت خصيصاً من أجل كومبيوتر IBM 7044 مؤلّفة من 61 صفحة تحمل اسم Fortran.

كانت مجموعتا Orop وOrople تمثِّلان مراحل تطوّر منتهية لا يمكن الخروج منها إِلىٰ مراحل أُخرىٰ فقد وُضعتا خصيصاً للمشروع، لذلك انطفأت حالما انتهى العمل بالمشروع. لكن مجموعات القوانين والمعادلات الأخرى الأكثر تكيّفاً لا تزال تحتفظ بقوتها. بعد أن أنهي العمل بالمشروع في عام 1965 انتقل بيات وعدد من زملائه من شركة جنرال أتوميك وأَسَّسوا شركتهم المستقلَّة تحت اسم «الأنظمة والعلوم والبرمجيات Systems, Science, Software» أَو (S تكعيب). تضمنت هذه الجماعة الجديدة كلاً من بيرت فريمان وتشارلز لوميس ومو شارف، وقد أحضروا معهم أحدث أجيال البرامج المتحدِّرة من تلك البرامج الأولى التي أُحضرت إِلىٰ جنرال أتوميك من ليفرمور ولوس ألاموس في عامي 1958 و1959. وفيما بعد اندمجت شركة «S تكعيب» مع شركة ماكسويل للتكنولوجيا Maxwell Technologies في سان دييغو التي اتّخذت لنفسها فيما بعد اسم SAIC (الشركة الدولية للتطبيقات العلمية Science Applications International Corporation) حيث لا يزال البحث جارياً في بعض المسائل التي أثارها مشروع أوريون ويستخدمون في أبحاثهم أحدث النسخ للأدوات الحسابية المطوّرة قبل أربعين عاماً ومن ضمنها مجموعة معادلات Sputter الخاصة بتآكل

السطح. كان تشارلز لوميس وبيرت فريمان أول من أنشأ مجموعة معادلات Sputter التي يمكن تطبيقها في مسائل عديدة تتراوح بين السؤال فيما إذا كانت مركبة أوريون تستطيع النجاة من الانفجارات المتكرِّرة وحتى أسئلة من مثل ما إذا كانت الأَسلحة الموجهة بالطاقة تستطيع التغلّب علىٰ أية آلية معادية. يقول بيات: «صارت مجموعة معادلات Sputter بمثابة المجموعة الأعلىٰ، التي أصبحت ـ لا أستطيع أن أخبرك كل شيء عن هذا الإِرث. لكنني أقول إِن هذه المجموعة الأساسية هي حقاً الإِرث الذي تناولته «شركة S تكعيب» واستثمرته في كل ما عملناه بخصوص مسألة تآكل السطح. وقد استخدمته شخصياً في الحسابات الأولى لآثار الأَسلحة الليزرية. ونحن نستخدمه اليوم».

غير أن مشروع أوريون وتلك الأسئلة التي لم تمكن الإِجابة عنها بخصوص تآكل السطح وكيفية تحقيق السيطرة التامة علىٰ التمدّد الحر للغاز ظلّت تشغل فكر بيات، حيث يقول: «لا أعتقد أن ثمة شيئاً رأيته يمكن أن يثير تساؤلات حول ما كنا نقوله منذ أربعين عاماً. ولكن قد نجد إِجابات مختلفة اليوم فيما يتعلّق بدقَّة التفاصيل». لكنه لا يزال علىٰ قناعته بأن التفاؤل الذي رافق المشروع في عام 1959 كان من الناحية الفنِّيَّة سليماً وفي محله. وفي هذا يقول: «كان بالإِمكان أن ينجح. حتى وأنا أهذي، فإِني مؤمن به حقاً» وعندما سئل عن ناحية معينة خاصة بتصميم وحدة النبضة، أجاب «الجواب نعم ولا أستطيع أن أقدِّم شيئاً من التفصيل، لكنها تنجح في عملها». ثم سألته إِذا كان ذلك مجرد تخمين فقط أثناء العمل في المشروع، وفيما بعد تم اختبارها، فأجاب «نعم، إِنما اختيرت لأسباب أُخرىٰ. ولم يكن اختباراً خاصاً بمشروع أوريون».

غير أَنَّه أجاب بشئ من التفصيل عن سؤال أقل تخصيصاً: «أعتقد أَنَّه لا يوجد شكّ علىٰ الإِطلاق، وقد أجرينا فيما بعد بعض التجارب بخصوص المدفع القاذف Casaba-Howitzer لا تزال شبه سرِّية، بأن منظومة الدفع كان من

شأنَّها أن تثبت نجاحها. كنا نعرف ماذا نفعل ونحن نشتغل في التصميم نستطيع أن نرسل 85 بالمائة من الزخم في الاتجاه الواحد الذي نريده له وقد أجريت تجارب كافية في مجال حماية صفيحة الدافع وهذا ما يبعد أي شكّ حول إمكانية نجاحها. وبين هذين الشيئين يوجد كمّ هائل من التفاصيل الهندسية التي تتوجب دراستها وإنجازها، لكنني أعتقد أنَّها أشياء خاصة بالهندسة كان من شأنَّها أن تثبت نجاحها. والسؤال الآن، هل يمكن إنجازه من الناحية الاقتصادية، وهل يمكن إنجازه في الموعد المحدّد؟ وهذه أسئلة مختلفة، وأعتقد أن من الممكن إيجاد الحلول لكل هذه المسائل. واليوم يسألني بعض الناس «هل كان المشروع مجرد نكتة أم هو حقيقة؟» لقد كان حقيقة بكل ما في الكلمة من معنى. ولو أردنا أن نحقّقه، لو كان ثمة سبب واحد معقول يدفعنا للرغبة في الحصول على دفع نوعي عالٍ، وقوة اندفاع عالية في الوقت نفسه، لخرجنا الآن للشروع في صنع أوريون. وأعتقد أنَّه شيء معقول جداً».

13

أشد حرارة من الشمس وأكثر برودة من القنبلة

يقدِّم باد بيات التوضيح التالي في بعض التقارير المتأخّرة لمشروع أوريون: «عندما تنفجر القنبلة النووية يقوم جهاز تعبئة القناة بامتصاص الإِشعاع المنبعث وترتفع درجة الحرارة ارتفاعاً كبيراً. والمقصود بعلبة الإِشعاع أن تحتوي الطاقة المنطلقة من الانفجار بغية أن يمتص جهاز التعبئة في القناة طاقة أكبر من تلك الطاقة المنبعثة نحو الزاوية الفراغية المقابلة للمصدر. عندئذ يعمل الضغط العالي المتحقّق في جهاز تعبئة القناة الساخن جداً علىٰ إِعطاء صدمة للوقود الدفعي، وهذا ما يؤدي إِلىٰ تبخر مادة هذا الوقود ويزيد في تسارعها نحو الدافع». في هذه الأثناء ـ أي عام 1963 ـ وقع الاختيار علىٰ التنغستن ليكون الدافع وأكسيد البيريليوم ليكون معبئ القناة واليورانيوم لعلبة الأشعة. والتنغستن الذي يبلغ ثقله ضعفي ونصف الضعف ثقل الفولاذ يتيح لـ«الفطيرة» الرقيقة ضئيلة السماكة أن تنتج تياراً نفاثاً ضيقاً، وعنصر البيريليوم الشديد الامتصاص للنيوترونات يمتص أكبر قدر ممكن من الطاقة الناجمة عن القنبلة، وأما اليورانيوم فهو عديم الشفافية ولا يسمح للأشعة السينية بالنفاذ، فيجعل من الصعب جداً خروج الإِشعاع الصادر عن انفجار القنبلة.

يستغرق تمدّد القنبلة والانضغاط التالي «لفطيرة» التنغستن أجزاء ضئيلة جداً من مليون جزء من الثانية. وخلال هذه الفترة الصغيرة جداً يقوم معبئ القناة

والدافع بامتصاص النيوترونات والأشعة السينية المنبعثة عن القنبلة. وهذا الامتصاص يخفِّف من الإِجراءات اللازمة لحماية طاقم مركبة أوريون ويحوّل أكبر قدر ممكن من الطاقة الناجمة عن القنبلة إِلىٰ طاقة حركية يمكن اعتراضها لتحريك المركبة. وأما التمدّد الثاني للوقود الدفعي فيعطي ضربة شديدة ووجيزة جداً للدافع. وهذا ما يصفه بيات في قوله: «إِن هذه الضربة تشبه إِلىٰ حد بعيد ما يحدث في المحيط في يوم عاصف كثير الرياح عندما تندفع بعض الرمال التي تحرِّكها الأمواج وتضربك. أَو عندما تصاب بضربة مفاجئة من خرطوم إِطفاء الحريق». وفي التصميم الأولي لمركبة أوريون بوزن 4000 طن وقطر 135 قدماً كانت مساحة صفيحة الدافع تعادل ثلث فدان. وهذا الضغط كله البالغ 50000 رطلاً للبوصة المربّعة يضاف إِلىٰ ذلك كلّه.

أما لوح الدافع الذي تعرض لضغط شديد حتى رقّت سماكته إِلىٰ ربع ما كانت عليه فيتمدد في حين يتحرَّك تيار نفَّاث من البلازما نحو جسم المركبة بسرعة 150 كم/ ثا (أي ما يعادل 300000 ميل بالساعة). تستغرق رحلة هذا التيار النفَّاث نحو 300 ميكروثانية (الميكروثانية = جزء من مليون من الثانية)، وخلال هذه الفترة الزمنية يبرد الوقود الدفعي المتمدِّد حتى نحو 10000 درجة، وهذه حرارة يصفها الفيزيائيون بأَنَّها فولط إِلكترون واحد. وبعد نحو بضع مئات من الميكروثانية ترتطم سحابة الوقود الدفعي بالدافع (أَو بالجبهة المتقدمة لموجة الصدمة المنعكسة والناجمة عن الاصطدام الأولي) وتعود للانضغاط مرة أُخرىٰ. وخلال مدة لا تتجاوز الميلليثانية تصل حرارة الوقود الدفعي إِلىٰ 100000 ـ 120000 درجة وهي درجة حرارة تعادل عشرة أمثال درجة حرارة السطح المرئي من الشمس لكنها في الوقت نفسه مجرد جزء صغير من درجة حرارة القنبلة. أما في الفضاء الخارجي حيث ينعدم وجود الغلاف الجوي الذي يساعد علىٰ تشكل كتلة نارية، فيبدو الانفجار مغايراً للصورة التي تتشكل في أذهاننا عن القنبلة الذرِّيَّة. يقول فريمان دايسون موضحاً: «تخرج الأنقاض من

القنبلة بصورة لا تراها العين من حيث الجوهر. فالمرء لا يرى شيئاً حتى تتوقف تلك المواد. أما حول القنبلة ذاتها فيوجد مقدار كبير من المادة الباردة التي تمتص الطاقة، لذا تخرج هذه الأنقاض وتتحرّك في حركة إِلىٰ الأمام وإِلىٰ الخلف، وهذه الحركة لا ينجم عنها شيء بهي المنظر مثل الوميض وذلك إِلىٰ أن ترتطم بالمركبة. عندئذ تتحول هذه الطاقة كلها إِلىٰ حرارة، لذلك يرى المرء وميضاً أبيض اللون لفترة ميلليثانية أو نحو ذلك، ويكاد لا يرى شيئاً سواه».

تعتمد جدوى مشروع أوريون علىٰ ما يحدث خلال تلك المئات الضئيلة من الميكروثانية حين تتراكم البلازما علىٰ الصفيحة. لكن يبقى السؤال: وبعد نحو ألفين أَو ثلاثة آلاف ارتطام هل تبقى المركبة الفضائيَّة علىٰ حالها؟ والشيء الذي جعل مشروع أوريون في نظام غير معروف جيداً هو معرفة مقدار ما يتآكل من سطح الدافع. لكن المراحل اللاحقة من المشروع شهدت تجربة إِطلاق تيارات نفَّاثة عالية السرعة من البلازما علىٰ عينات من الأهداف في محاولة لتأكيد صحة التنبؤات التي قدمتها أجيال متلاحقة من الحسابات التي أُجريت علىٰ الكومبيوتر. والواقع أن التفاؤل الذي تضمنه الاقتراح المقدَّم إِلىٰ إِشعاع مشاريع البحوث المتطوّرة في عام 1958 كان يعتمد اعتماداً لا يخلو من الشك علىٰ نظرية لم تجرَّب وعلىٰ دليل واحد فقط من تجربة كرات لو آلن.

يقول فريمان في توضيحه لهذه الظاهرة: «لكي يحسب المرء مقدار هذا التآكل فهو بحاجة إِلىٰ تخصّص عالٍ في الفيزياء، وروزنبلوث قادر علىٰ ذلك. غير أن المشكلة الأهم في هذا هي معرفة مقدار انعدام الشفافية أَو اللانفوذية في المادة وهذه مسألة محورية فيما يتعلّق بالنجوم والقنابل علىٰ حد سواء. وانعدام الشفافية خاصية تشبه خاصية المقاومة في المعادن، إِذ الفارق بينهما أننا نتعامل هنا مع الإِشعاعات بدلاً من الإِلكترونات. إِذْ تنبؤنا هذه الخاصية عن مقدار صعوبة اختراق الإِشعاعات للمادة». إِذن مسألة انعدام الشفافية هي التي تقرّر نجاح أَو فشل مشروع أوريون، حيث يقول تيد تايلور: «ظلت هذه المسألة

تعاود ظهورها المرة تلو المرة. كانت تتكرَّر نحو عشر مرات في اليوم الواحد». والواقع أن المنافع المتوقعة من خاصية انعدام الشفافية كثيرة جداً. عندما تكون مادة من المواد عديمة النفوذ للإشعاعات فإنها تمنع الإشعاعات الضارّة من الوصول إلىٰ سطح الدافع. وتقف حائلاً أيضاً أمام الإشعاع الثانوي الناجم عن تصادم بين البلازما والدافع فتمنعه من الارتشاح عبر طبقة الوقود الدفعي الراكدة، وبهذا تتضاعف قوة الضربة. يقول تيد: «إذا كانت المادة عديمة الشفافية بما يكفي، لا تضيع الطاقة بالإشعاع، لأنَّها حينئذٍ ترقد وبارتدادها هذا يتضاعف الزخم. وإذا كانت المادة شفَّافة، تنتقل الحرارة بالإشعاع فتضيع وتتبدّد. وهذا يشبه إلقاء لوح من الطين علىٰ شيء ما، فتحصل علىٰ قوة الزخم التي كانت فيه أصلاً، ولا شيء أكثر من ذلك». وقد كانت التقديرات الحسابية الأولية تقريبية، إذ جاء في تقرير بعث به فريمان إلىٰ تيد بتاريخ الثاني من شهر أيار/ مايو عام 1958: «لقد أجريت حسابات أُخرىٰ لمقدار انعدام الشفافية وحصلت علىٰ نتائج تختلف عن النتائج التي توصل إليها مارشال إذ كان عامل الفرق بيننا 4 (وهو ليس بذي أهمية) في الاتجاه التشاؤمي».

يبدو أن الطبيعة كانت إلىٰ جانب أوريون. إذ يقول فريمان: «إذا كان لديك قنبلة، علىٰ سبيل المثال، بمردود كيلو طن واحد ووضعت علىٰ بُعد مائة متر من المركبة، فإن الحرارة الناجمة عنها تصل إلىٰ مائة ألف درجة. وهذه درجة حرارة غير عادية، لم يفكر أحد بها كثيراً ذلك أن النجوم عادة أقل حرارة والقنابل أكثر حرارة. لذلك تعد درجة الحرارة هذه في مدى متوسط بينهما. والشئ الذي فهمه روزنبلوث هو أن هذا المدى يعتبر جيداً للحصول علىٰ درجة عالية من اللانفوذية. والأشعة التي يسهل امتصاصها هي الأشعة فوق البنفسجية أَو الأشعة السينية ضعيفة الاختراقية. ويمكن القول إن أي شيء تضعه هناك يكون عديم الشفافية ولهذا السبب ينجح العمل لأنَّه كلما ازدادت قيمة انعدام الشفافية تقل قيمة التآكل في السطح بسبب الإشعاع».

تزداد عادة لا نفوذية المادة حين تتراكم البلازما. يقول فريمان: «الكثافات التي نتحدَّث عنها هي علىٰ وجه التقريب غرام واحد لكل لتر، أَو كثافة الهواء العادي. وهذا أمر غير معتاد في شيء يبلغ من الحرارة تلك الدرجة. وكلما ازدادت كثافة المادة تقل شفافيتها. وإِذا ازداد الضغط علىٰ المادة تصبح أكثر سواداً. ولم يسبق لأحد أن أجرى حسابات لهذه الظاهرة». الجدير بالذكر أن خاصية اللانفوذية في المواد كانت موضع دراسة مكثّفة سراً في كل من مخابر لوس ألاموس وفي شركة RAND. وكانت خاصية انعدام الشفافية في العناصر الثقيلة مثل اليورانيوم وفي درجات الحرارة العالية أمراً جوهرياً في تصميم القنبلة الهيدروجينية كما كانت لا إِنفاذية الهواء في درجات الحرارة الأدنى أمراً ضرورياً لفهم تطور كرة النار بغية البقاء علىٰ قيد الحياة أَو من أجل زيادة تأثيرات القنابل النووية. لهذا كان مجال التساؤل في مشروع أوريون ما بين هذين الخيارين، ونقصد بذلك ارتطام بلازما من الهيدروكربون بصفيحة الدافع الحديدية بدرجة حرارة تعادل 10 فولط إِلكترون. ولم يكن علماء الفيزياء العاملون في مشروع أوريون واثقين في بادىء الأمر إِن كانت هذه الأرقام متوجبة البقاء في نطاق السرِّية. يقول بيات «برز هذا السؤال أمامنا علىٰ نحو سريع بعد أن شرعنا العمل في هذا الموضوع في شركة جنرال أتوميك، أقصد بذلك ما الذي يصنّف سراً وما الذي لا يقع في هذا المجال، ذلك أن الاشتغال بموضوع انعدام الشفافية إِبان الحرب كان في غاية التعتيم، وكان الحديث عنه ممنوعاً. من أجل هذا صدر قرار يقضي بأن كل ما هو أقل وزناً من الحديد ليس سراً وما كان أثقل من الحديد فهو سر وذلك عند درجة حرارة تبلغ أكثر من 10 فولط إِلكترون. ولا يزال هذا القرار ساري المفعول حتى يومنا هذا».

وقد اعتمد المشروع علىٰ نتائج الحسابات. يقول كل من دون ميكسون Don Mixson ولو آلن Lew Allen بعد زيارة قاما بها إِلىٰ جنرال أتوميك في شهر

تموز/ يوليو عام 1958: «إن لم تكن لا إنفاذية الدافع عالية بما فيه الكفاية لتحتوي الإشعاع قرب الدافع يضيع العامل 2 من الزخم المنعكس وفي هذا ضرر كبير الخطورة على المشروع بمجمله. ولهذا تم تعيين هاريس ماير Harris Mayer الخبير الثقة في لا إنفاذية المواد مستشاراً، ولهذا السبب أيضاً ذهب دايسون وروزنبلوث لمقابلة آرثر كانتروفيتز Arthur Kantrowitz في شركة AVCO التي تُعد في مقدمة الشركات الصانعة لمخروط المقدمة في الصواريخ البالستية عابرة القارات؛ وبدأ مبرمجو الكومبيوتر بتصميم قوانين كومبيوترية خاصة بصناعة الأَسلحة. يتذكر ماير أن دايسون تبنّى طريقة في المعالجة «كانت أكثر من عملية رياضية» حيث درس أكبر قيمة ممكنة للاإنفاذية لكي منها يبدأ وفي ذلك يوضح: «قال لنترك الآن حساب قِيَم اللاإنفاذية ودعنا نرى كم تكون أكبر قيمة لها. وكانت له نظرية بسيطة جداً في هذا الموضوع، وكانت ذات أساس متين. لقد عملت لسنوات عديدة في موضوع اللاإنفاذية ولم يسبق لي أن فكرت بهذه الطريقة».

تتميز لا إنفاذية المادة عبر طيف واسع من الإشعاع بالخطوط والنوافذ. وتمثّل الخطوط الأماكن التي عندها يحصل امتصاص للأشعة، أما النوافذ فتمثّل الأماكن التي عندها ينفذ الإشعاع. يقول بيرت فريمان: «إن وصف أين تكون هذه الخطوط، وكم هو عرض الخط وما عدد النوافذ التي تغيّبها الخطوط ـ أي التداخلات بين النوافذ والخطوط، والانقسامات فيما بينها بسبب التفاعلات ـ مسألة في حساب الكم بالغة التعقيد». ثم استعانوا بعالِم الفيزياء الفلكية جون ستيورات من أجل التركيز على لا إنفاذية العناصر الخفيفة حين تعرضها لدرجات حرارة منخفضة نسبياً، وهذا موضوع يتقاطع، بشئ من الإبداع، مع قوة الكومبيوتر في إجراء الحسابات بدلاً من الاعتماد على التخمين. يقول بيرت فريمان: «الشئ المميز الذي ينفرد به عمل جون ستيورات أَنّه كان وصفاً كثير التفاصيل لمنطقة تكون فيها البنية الإلكترونية بسيطة بحيث تتيح إجراء حسابات الكم».

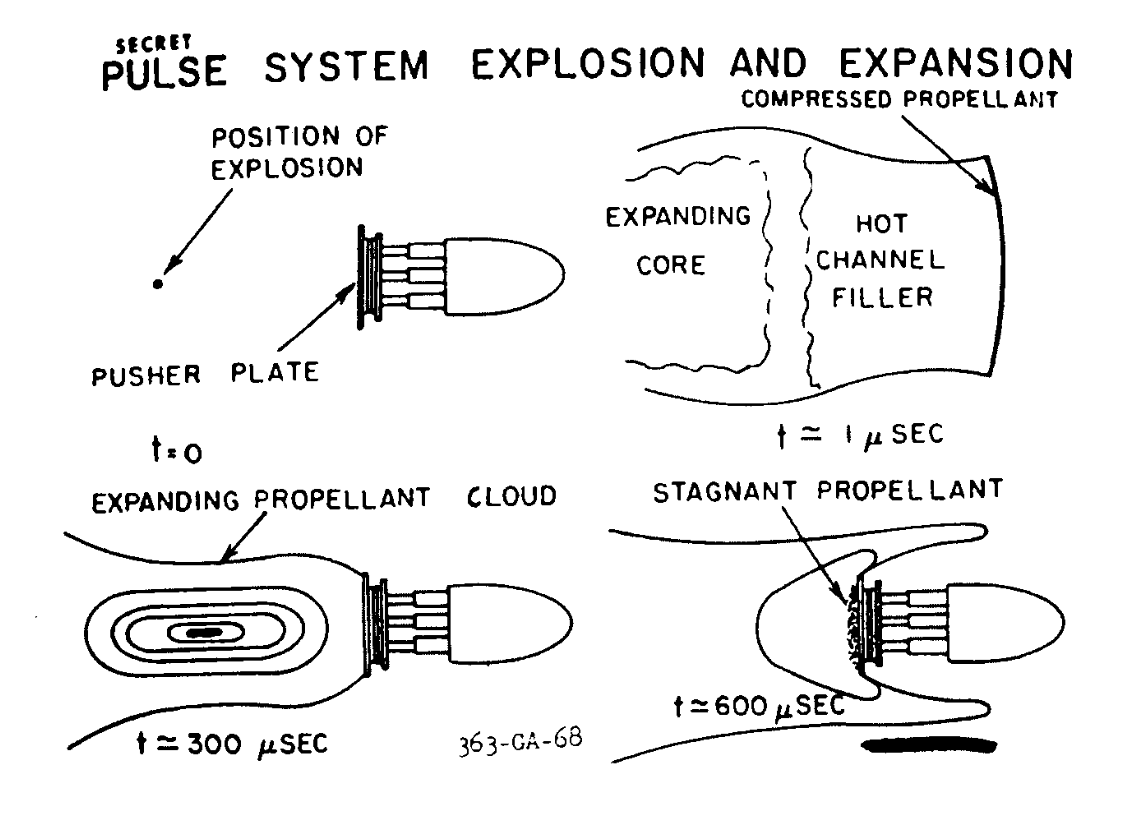
واللاإنفاذية أيضاً تدريب جيد جداً لشخص يتقن إتقاناً جيداً معرفة مبدأ ذرِّيَّة الطاقة في الديناميكا الكهربائية. يقول فريمان دايسون: «وبدأنا نقوم بعمل لم يسبق لأحد غيرنا أن قام به، ننفّذه ذرة وراء ذرة، لا نكتفي باستخدام الوسطي الحسابي. ولهذه الذرات جميعاً أطياف بالغة التعقيد وكل شيء فيها يعتمد على النوافذ، والسبب في ذلك أن المكان الذي لا يحصل فيه امتصاص الذرة للإشعاع يكون النقطة التي منها ينفذ الإشعاع. والشئ المهم أن نحصل على الشكل الصحيح لهذه النافذة بكل دقة. إنها عملية حسابية دقيقة. ولكي نملأ هذه النوافذ من المهم أن يكون لدينا مزيج من الأشياء: الكربون والنيتروجين والأكسجين، ولهذه العناصر نوافذ في أماكن مختلفة لذلك يمكنها أن تملأ نوافذ بعضها بعضاً. ونحتاج أيضاً للهيدروجين ليكون لدينا المركبات الكيماوية السهلة في المعالجة مثل البولي إيثيلين الذي يعد مادة جيدة من الناحية الفيزيائية وهو لا إنفاذي بدرجة معقولة. وقد يفيدنا وجود شيء يحتوي على النيتروجين والأكسجين أيضاً. لكننا على العموم فكرنا بمادة البولي إيثيلين ووجدناها جيدة. وتبين لنا أن اللاإنفاذية كانت عالية جداً حتى أمام الكربون وحده. وكانت النتائج جيدة من وجهة نظر عملية».

وكانت النتائج جيدة أيضاً من الناحية الاقتصادية ـ لا سيما وأن ما كان يفكر به تيد وفريمان آنذاك يتعلق بالاستفادة من مشروع أوريون تجارياً. يقول فريمان: «إن أفضل وقود دفعي نجح معنا هو شيء مماثل لكميات متساوية من الهيدروجين والكربون والنيتروجين والأكسجين. وربما تكون الأوريا مادة جيدة، مثالية، ذلك أَنَّها تحتوي النسب الصحيحة». ولهذا معنيان ضمنيان من أجل الرحلات الفضائيَّة الممتدة عبر الكواكب السيارة، أولهما: قد يكون المتفجر العالي ذو الأساس النيتروجيني، الذي يخفض استهلاك البلوتونيوم باهظ الثمن عبر تخفيض الكتلة الحرجة للمادة القابلة للانشطار اللازمة لكل قنبلة في الوقود الدفعي الممتاز عندما تلامس بقاياه المتأينة المركبة، والثاني هو

إِمكانية إِعادة تدوير الفضلات في متن السفينة لتصبح وقوداً دفعياً بدلاً من إِعادة تدويرها لتصبح مياه شرب، وذلك كبديل ذكرته مهمة شركة جنرال داينامكس علىٰ أَنَّه عامل يؤثِّر في معنويات طاقم المركبة.

وكانت الخطوة التالية إِجراء المحاكاة العددية لسحابة الوقود الدفعي التي تضرب الصفيحة، ومتابعة هذه العملية خطوة بخطوة من حيث الزمن، وذلك ابتداء بحسابات ذات بُعد واحد ومن ثم حسابات ذات بُعدين ودراسة ما يحدث في السطح الذي يتعرض للتآكل بسبب ارتطام يسقط عليه شاقولياً وأيضاً بسبب ريح تهب عليه أفقياً. وقد لوحظ أن موجة الصدمة الأولية وموجة التخلخل قد أعقبهما تفاعلات معقَّدة حيث ابتدأت البلازما القادمة تمتزج بالمادّة المتبخرة من سطح الصفيحة. يفسِّر فريمان ذلك بقوله: «والسؤال هنا متى يكون ذلك مستقراً، ومتى لا يكون مستقراً. والجواب أَنَّه عادة مستقر، ولكننا غير متأكدين من ذلك».

غير أن انتقال الحرارة عن طريق التلامس أَو الاضطراب فيما بين طبقات الوقود الدفعي الراكدة والدافع الذي يتآكل سطحه قد يتغلبان علىٰ خاصية الحماية الذاتية في الدافع وتؤدي إِلىٰ نتائج كارثية. يقول فريمان: «أجريت حسابات درست فيها أسوأ الحالات. إِذا كان الشئ غير مستقر كلياً وكانت الحرارة تنتقل بالتلامس، عندئذ فما هو مقدار رداءة التآكل؟ وقد تبين لي حتى في تلك الحالة السيئة أنه ليس رديئاً كثيراً. بما أن الزمن قصير جداً فإِن انتقال الحرارة ليس أكثر من مرة أَو مرتين، لذا فالمادة لا تتآكل لدرجة أكثر مما هو مسموح به حتى في تلك الحالة السيئة جداً. لذلك كان الأمر علىٰ العموم مشجعاً». غير أن التآكل الناجم عن الاضطرابات بين الطبقات ظل واحداً من الأشياء المجهولة التي لا يمكمن تقريرها وحسمها إِلاَّ بالتجارب النووية. وهذا ما أكده فريمان بقوله: «قلنا «سوف نعرف ذلك عندما نجري التجارب ونرى فيما إِذا حدث ذلك أم لم يحدث».



بعد ميكرو ثانية واحد من انفجار القنبلة ينضغط الوقود الدفعي حتى يصل إلى درجة حرارة وكثافة عاليتين قبل أن يتمدد ويصبح تياراً نفاثاً من البلازما يتحرك نحو المركبة ليصلها بعد 300 ميكرو ثانية، وبعد ميكرو ثانية أخرى تكون سحابة الوقود الدفعي قد ركدت على صفيحة الدافع حيث نعطي المركبة دفعة قوية.

لقد تصور هؤلاء العلماء في عام 1958 صفيحة الدافع قرصاً من الفولاذ المقوى أَو الألومنيوم قطره 120 قدماً ووزنه 1000 طن وشكله يحاكي شكل العدسة، وبحيث يتطابق توزع كتلته مع توزّع الزخم الناجم عن القنبلة. ودرسوا أيضاً إِمكانية استخدام الفيبرغلاس وأجريت عليه التجارب الأولية. فقد جاء في تقرير كتبه أحد ضبّاط مشروع أوريون وبعث بِهِ إِلىٰ مخبر المواد التابع للقوى الجوية في شهر أيلول/ سبتمبر عام 1958: «قد تحتاج شركة جنرال أتوميك إِلىٰ اللدائن (البلاستيك) الغنية بمادة الفيبرغلاس وسوف تتعرض لجهد ودرجة حرارة عاليين جداً. وربما تكون لهذه المادّة تطبيقات علىٰ جانب كبير من

الأهمية. ويهمنا دراسة الطرائق والأساليب الصناعية المستخدمة في إِنتاج ألواح ضخمة يزن الواحد منها حتى 1000 طن. وحاجتنا لهذه المعلومات عاجلة جداً».

علىٰ أثر ذلك تلقى كارول وولش Carroll Walsh جواباً لا يتضمن أية إِشارة مشجعة جاء فيه «لا نعلم شيئاً عن عمل قد أجري في سبيل صنع ألواح ضخمة من القياس المذكور». وكارول هذا هو المسؤول عن الأمور اللوجستية ولا يتعذّر عليه إِيجاد الحل لأية مشكلة تعترضه، فقام من فوره بتكليف أحد الصنّاع المحليين المتخصّصين في صناعة ألواح التزلج علىٰ الماء بصنع لوح ضخم من الفيبرغلاس بسماكة ثلاث بوصات لم يسبق لأحد من قبل أن صنع مثله. يقول تيد «بعد أن أنفقنا كمية لا بأس بها من المتفجرات العالية، قرَّرنا التخلي عن الفيبرغلاس والسبب في ذلك أنه تعذّر علينا أن نتأكّد من بقائه علىٰ حاله بعد عدد قليل من الطلقات». إِن خير طريقة لتصور أوريون هي أن نتصور مركبة تتزلج في الفضاء علىٰ أمواج من البلازما متولدة عن القنابل الذرِّيَّة.

أجريت التجارب الأولى علىٰ الدافع بطريقة تفجير متفجر عالٍ يزن بضعة أرطال وعلىٰ مقربة من الصفائح الهدف. فأعطت هذه التجارب صورة تقريبية للجهد الميكانيكي الواقع علىٰ الدافع إِلاَّ أَنَّها لم تقدم شيئاً بخصوص سرعة ودرجة حرارة الركام الناجم عن القنبلة والذي سوف يلامس المركبة. وكان رأي برايان دان أنه يتعين عليهم معرفة مدى اقترابهم من ذلك. وحيث أنه سبق له أن عمل مع تيد وفريمان في صنع مفاعل تريغا TRIGA، فقد انضم للعمل في المشروع منذ بداية العمل فيه، حيث يقول: «طلب تايلور إِلي المجئ إِلىٰ شارع برنارد بعد انطلاق القمر السوڤياتي سبوتنيك، ودعاني للمشاركة في هذا الاقتراح الذي كان يعكف عليه هو وروزنبلوث ولوميس». ومعروف عن دان ميله لسد الثغرات فيما بين العلماء المتخصصين بالنظريات وأولئك الذين يهتمون بالتجارب، وهذا ما كان لصالحه منذ البداية. يقول: «عندما كتبت

مقترحاتي، تعلمت كيف أضمنها الأشياء النظرية والتجارب معاً حيث أن هذه المقترحات سوف ترفع للجنة التي تضم علماء النظريات وعلماء التجارب في عضويتها. وهكذا يُسر النظريون بالتجارب مثلما يُسر التجريبيون بالنظريات. وقد أثبتت هذه الطريقة نجاحها دوماً». وصار دان كبير اختصاصيي التجارب في مشروع أوريون، لكنه ذو اختصاص بالنظريات في الخفاء. يقول: «هذا ما أفعله في الحقل التجريبي... أتصور الأشياء. فالمرء يرسم صورة الأشياء في ذهنه ثم يشرع في العمل الذي يريح أعصابه أكثر من غيره».

وأدرك دان أن من المستحيل مضاعفة تأثير الانفجار النووي باستخدام متفجرات كيماوية، ولكن إن كنت تجريبياً تمضي في هذا الاتجاه فبإمكانك التأكّد فيما إذا كانت النماذج الرياضية للبلازما التي تضرب الدافع تسير الوجهة الصحيحة أم لا. وقد تعامل دان عندما كان طالباً في الجامعة مع أنابيب الصدمة - وهي أنابيب مفرغة أسطوانية الشكل تتزايد بداخلها موجة الصدمة ذات السرعة العالية من إحدى نهايتيها حتى النهاية الأُخرىٰ، وحيث أنَّه عمل في لوس ألاموس فقد كان ملماً إلماماً جيداً بشحنات المتفجر العالي التي بواسطتها يمكن زيادة تسارع نفاث المادة كثيراً حتى يستطيع أن يخترق دبابة مدرّعة. فوضع هذين المبدأين معاً وخرج بنتيجة هي عبارة عن مدفع قاذف للبلازما التي تدفعها المتفجرات العالية. وهذا المدفع يشبه في شكله أسطوانة مفرغة مبطنة بمادة الرصاص توضع داخل قميص من مادة عالية التفجّر حتى أربعين رطلاً لكل طلقة. ينتج عن الانفجار نحو الداخل تأثيرات تشبه عملية ضغط شديد يمارسه المرء علىٰ إصبع موز ناضج جداً حتى يعصر ويخرج من قشرته، فتكون النتيجة بلازما من الموز تنطلق بسرعة 50000 ميل بالساعة. ويستعيد دان في ذهنه محاولاته العديدة في تجربة كل شيء ليحصل علىٰ سرعة قدرها 10^7 سم/ثانية، ولكن أقصى ما توصلوا إليه هو 1 أو 2×10^6. ويفسر ذلك بقوله: «تلك هي المسألة التي طالما أردت إيجاد الحل لها». لكن هذه السرعات أدنى من

سرعة البلازما في مشروع أوريون إلاَّ أن الكثافات أعلىٰ كثيراً منه، حيث تولّد ظروفاً عند الهدف قريبة جداً لما يجعل علماء النظريات صادقين في عملهم ويثقون في النماذج الرياضية التي كان يعمل تشارلز لوميس وغيره علىٰ تطويرها ضمن مجوعة القوانين الخاصة بالتآكل والمعروفة باسم Sputter والتي تهدف إلىٰ التنبؤ بمقدار ما يتآكل من سطح الدافع عند كل طلقة. يقول تيد: «كان الترابط بين النظرية والتجربة مشابهاً إلىٰ حد كبير لما كان يجري في لوس ألاموس. أنت تستخدم هذه الحسابات من أجل سد الثغرة بين التجارب والاختبارات الحقيقية».

ويقول فريمان دايسون: «والتيارات النفاثة الناشئة عن الانفجار لا تغطي إلاَّ جزءاً يسيراً من مجال درجات الحرارة والضغط والمدة الزمنية التي بمجملها لها علاقة واهتمام بالمركبة بأبعادها الحقيقية. لكنها هيأت لنا فرصة التدقيق المفصل للحسابات النظرية ضمن ذلك الجزء المتداخل من المجال وولّدت لدينا الثقة بأن النظرية لم تغفل شيئاً له أهميته الجوهرية. لا يمكن للمرء أن يدخل في حساباته كل القِيَم المتغيرة، غير أن التجربة أعطتنا الإِحساس بأن بعض الأشياء التي قلناها صحيحة. وقد بينت أن مقدار التآكل من السطح هو عُشر الميلليمتر أَو نحو ذلك، وهذا ما يبدو مطابقاً لما نفكر به بخصوص مركبة بأبعادها الحقيقية. ولا يمكن أن يكون أكثر من ذلك». وخلال مراحل العمل بالمشروع التي أطلقت فيها مئات الشحنات لم يحدث سوى حادثة واحدة، يتذكرها دان ويقول: «كنا نعمل ليلاً علىٰ شحنات مشكّلة نقيس سرعة التيار النفَّاث، ونقوم بهذا العمل بالاستعانة بآلة تصوير ذات شرارتين، وقام أحدنا بدفع مفتاح الإِطلاق، فلم يحدث شئ. ثم ذهب بيري ريتر Perry Ritter إلىٰ الساتر الرملي ليستطلع الأمر وداس بقدمه علىٰ السلك، فحصل الانفجار. أصيب بدوار تام. وعاد إِليه تركيزه تدريجياً لكنه أُصيب بثقب في طبلة الأذن وارتجاج دماغي في جانب من رأسه».

غير أن مسألة تآكل السطح ظلت موضع دراسة وبحث وتدقيق طويل حتى بعد انتهاء العمل بمشروع أوريون عام 1965. في مطلع عقد السبعينيات درست مخابر لوس ألاموس إمكانية إعادة تجسيد أوريون بالاعتماد علىٰ قنابل اندماجية صغيرة يتم إشعال الصاعق فيها بالليزر. وعندما برزت أمام العلماء مسألة تآكل صفيحة الدافع، بحث هذا الفريق ونقب في البحوث القديمة لمشروع أوريون وأعادوا إنشاء مجموعة القوانين والمعادلات المعروفة باسم Sputter واستعانو برأي برايان دان. وفي هذه المرة تمكّنوا من صنع مدفع قاذف للبلازما يعمل كهربائياً ويعطي سرعات عاية جداً تصل حتى $1,6 \times 10^7$ سم/ ثانية (350000 ميل بالساعة) وضغطاً يصل حتى 2,8 كيلو بار (40000 رطل في البوصة المربعة). وكانت النتائج الواقعة علىٰ هدف مكوّن من الألومنيوم أَو البولي إيثيلين أَو الفينوليك أَو الطلاء الشحمي مشجعة ودلّت علىٰ أَنَّه «حتى نبضات الطاقة الأعلىٰ كثيراً من هذه لن تسبِّب تآكلاً شديداً جداً يؤثِّر سلباً في أداء مركبة فضائيَّة تعمل بدفع بالنبضة». وقد توصلت الاختبارات والتجارب إلىٰ قِيَم معينة لكثافة الطاقة بدأت عندها الحماية الذاتية التي تمناها العاملون في أوريون تعطي نتائجها. هذا وقد توصلت الدراسة إلىٰ النتيجة التالية: «إن دفق الطاقة الملاحظ في تجارب أوريون لم يكن كافياً لتبخير طبقة سميكة بصرياً من مادة التآكل، ولم يمكن التوصل إلىٰ مرحلة انتشار الإشعاع. واعتماداً علىٰ نتائج التجارب وحدها يمكن للمرء أن يستنتج أن مقدار المادة المتآكلة تتناسب مع دفق الطاقة ويمكن أن يستقرأه المرء طبقاً لذلك وتبعاً لأحوال القنابل الحقيقية. ومن المحتمل أن تكون نتائج هذا الاستقراء عالية جداً ذلك أن الحسابات تشير إلىٰ أن 70 إلىٰ 80 بالمائة من التآكل يحدث في واقع الأمر خلال مرحلة يسيطر فيها انتشار الإشعاع حيث تكون المعدلات صغيرة جداً».

وقد أدرك العلماء منذ بدايات العمل في المشروع أن من الممكن إضافة طلاء خاص للتآكل ـ عُرف باسم «الزيت المانع للتآكل» أَو «الشحم المانع

للتآكل» ـ إِلىٰ صفيحة الدافع أَو من خلالها. وبحسب ما يقول هاريس ماير: «في بعض الأحيان عام 1958 كان يبدو لنا وجود تقشر لطبقة ارتشاحية من الزيت الذي يغطي السطح وأن هذه الطبقة تتآكل. وهذا يعني أن بنية الصفيحة بعيدة عن البلى والاستهلاك الحاصل عليها. فكانت هذه الفكرة واحدة من الأفكار الرئيسية أمامنا».

وقد اكتشفت هذه الظاهرة بالتجربة عندما لُوحظ أن الصفيحة الهدف توفرت لها الحماية من التآكل حين ارتسمت عليها بصمة إِبهام يعلوه الشحم. يقول بيات: «كنت أساعد برايان دان في التهيئة لتجربة تستخدم فيها صفيحة من الألومنيوم. ودون أن أدري أَو يدري هو وضعت بصمة إِبهامي الملوث بالزيت عليها. لذلك عندما أجرينا التجربة لاحظنا وجود التآكل في السطح كله عدا محل البصمة حيث بقي السطح من تحتها محمياً من التآكل. وما زلت أحتفظ بتلك الصفيحة. وقد أدت هذه النتيجة إِلىٰ سلسلة كبيرة من التحليلات والتجارب باستخدام مادة خفيفة غنية بالكربون، فهي خفيفة لأَنَّها ذات طاقة ضئيلة نسبياً عند التفاعل وغنية بالكربون لأَنَّه تبين لنا أن الكربون يتسم بالخطوط العريضة عندما ترتفع درجة حرارته إِلىٰ الدرجة التي سوف نحققها في التجربة لذلك يصبح عديم الشفافية سريعاً أمام الإِشعاع المنطلق عن البلازما الراكدة. وبهذه الطريقة نمنع وصول الإِشعاع إِلىٰ سطح المعدن».

يروي لنا جيري آستل Jerry Astl: «أراني برايان دان بكل زهو وافتخار تجاربه التي أجراها علىٰ موجات الصدمة المتعددة التي تصطدم بصفيحة الدافع. وكانت جميعاً تجارب رائعة. والذي رأيته هو ثلاث بصمات أصابع بشرية في وسط سطح لامع أصابه التآكل. كانت متفحمة لكنها لا تزال تحتفظ بشكلها كاملاً. ويمكن الاحتفاظ بها في السجلات الجنائية. وقد تحدثت مع تيد بشأَنَّه وقلت «سيكون ذلك في منتهى السهولة، يا تيد. عندما تتحرك صفيحة الدافع إِلىٰ الأعلى، يتعين علينا أن نضع أعمدة هيكلية نكون لها دليلاً في حركتها، لذا نستطيع أن نضع فوهات نغطيها بطبقة من الزيت فيسهل انزلاقها عندما تتحرك

نحو الأسفل فنخفض بذلك التآكل إِلىٰ حده الأدنى» وانظر، كانت الدلائل مشجعة ذلك أَنَّها أشارت إِلىٰ إِمكانية التحكّم بالتآكل كلياً».

وهكذا تضمنت التصاميم اللاحقة لمركبة أوريون خزانات وأنابيب توصيل وفوهات بغية تطبيق طلاء من الزيت الثقيل، بطبقة تبلغ سماكتها نحو 6 مل (1 مل = واحد من ألف جزء من البوصة)، علىٰ صفيحة الدافع فيما بين الطلقات. وفي توضيح قدمه بيات وزملاؤه أمام المسؤولين في وكالة الفضاء الأَمريكية «ناسا» في عام 1963، جاء ما يلي: «توضع طبقة من مادة غنية بالكربون تم اختيارها خصيصاً لهذا الغرض تحت الدافع قبل كل انفجار. وهكذا لا يحصل تآكل لأية مادة يصنع منها الدافع».

كان جميع من يعرفون التفاصيل الفنِّية لمشروع أوريون علىٰ اتفاق تام بأن مسألة التآكل في صفيحة الدافع هي المجهول الحرج. ربما كانت لهم شكوكهم بخصوص أشياء أخرى ـ مثل ماصات الصدمة وآلية قذف القنبلة، والحماية من الإِشعاع ـ لكن هذه الأشياء كلها كانت مسائل تتعلّق بالهندسة وهي مسائل قابلة للحل دون شك. ولكن هل تستطيع طبقة من أية مادة رقيقة كالورق أن تحمي أوريون من القنابل النووية؟ وهل كان الشحم المانع للتآكل عملياً وأمراً واقعياً؟ أم هو القميص الذي صنع في عقد الخمسنيات ليكون مماثلاً «لقمصان الأشباح» التي ارتداها المحاربون من قبائل السيوكس Sioux عندما ذهبوا إِلىٰ المعركة عام 1890 قبيل مذبحة The Wounded Knee؟ حينذاك حاول بني هذه القبائل الحالم ووفوكا Wovoka طمأنة شعبه أن تلك القمصان تحميهم من الأذى. فهل كان مشروع أوريون رقصة الأشباح تلك؟

لقد كان مو شارف Moe Scharff الأكثر معرفة بالتآكل ومانع التآكل بين جميع من عملوا في مشروع أوريون. يقول: «توجد طرائق عديدة لسلخ جلد الهرة. وفي بعض الأحيان لا يُسلخ جلد الهرة. لست أدري كيف تكون النتيجة، لا يسعني إِلاَّ أن أقول إِن الخبرة التالية عن الطاقة بمختلف أشكالها

والموجهة إلىٰ بعض السطوح قد دلَّت علىٰ أن هذه المسائل أكثر تعقيداً مما نستطيع التعامل معه. ولا أقصد بقولي هذا أَنَّها غير قابلة للحل. ولديّ الانطباع أن هذا الحل سيكون شيئاً من مبتكرات الخيال، أَو شحماً أكثر قدرة واستطاعة مما كنا نعرف في ذلك الحين».

ويمضي شارف قائلاً: «ومن جهة أُخرىٰ، أظن أن لدينا نبأ ساراً. ومن خبرة اكتسبناها في مرحلة لاحقة، وليس بالضرورة في التعامل مع البلازما الخاصة بمشروع أوريون، وإِنما أشياء أُخرىٰ قد تعد جيلاً أولاً أَو ثانياً أَو ثالثاً. من المهم جداً أن نحسن اختيار خواص الشحم المستخدم في التعامل مع الإِشعاع. هل يمتص الإِشعاع كله؟ ربما. هل تجرب انطلاق جزء منه؟ ربما. هل تحاول فعل شيء وسط بين هذين السؤالين؟ ربما. أنت تدرس كل هذه الاحتمالات وتجرب وتختار اللاإِنفاذية الصحيحة لتلك المادة المرتطمة، حيث أن جل اهتمامنا يتركّز علىٰ ظروف الضغط العالي جداً، من أجل هذا هل نحاول الاستفادة من خواص الشحم في تلك الشروط، أم خواصه في الشروط العادية؟ وتقاطعت الأمور في الناحيتين. وما حاول تيد أن يفعله بكل تأكيد هو الاستفادة من تلك المزايا بدلاً من الاستسلام لها. حيث قال «حسن، لدينا شروط الضغط العالي جداً، فلنرَ ماذا نستطيع أن نفعل بها»».

14

المادّة المتفجرة سي فور C-4

يتحدث جارومير (جيري) أستل Jaromir (Jerry) Astl عن ذكرياته حين عمل في مشروع أوريون فيقول: «لم يكن تيد مقتنعاً حتى ذلك الحين بأن من الممكن تفجير شحنة مفجر عالٍ بالقرب من بنية معينة دون إِحداث ضرر كبير في تلك البنية. وكنا آنذاك نسعى لإِجراء اختبار سريع وسهل لتسوية هذا النزاع. وبعد مناقشة عدد جيد من الآراء أثناء اجتماع عقد عصر أحد الأيام، ركبنا السيارة وذهبنا للتسوّق في سوق مركزي مجاور، نبحث عن شيء مناسب يصلح أن يكون نموذجاً لمركبة فضائيّة نستطيع أن نفجره. وفي غضون دقائق قليلة وجدنا مجموعة مؤلَّفة من ثلاث «سلطانيات» من الفولاذ المضاد للصدأ متساوية الحجم وبسماكة 15 ملّ (15 من ألف جزء من البوصة). وفي اليوم التالي جمعناها معاً لتشكل «نموذجاً لسفينة الفضاء ـ النموذج رقم 1» ـ صفيحة دافع من الألومنيوم وثلاث «سلطانيات» وضعت الواحدة فوق الأُخرىٰ، وأحكم تركيبها جميعاً بواسطة برغي طويل اخترقها جميعاً وثبتها بالدافع. وبدا الشكل في النهاية أشبه بخلية النحل منه إِلىٰ مركبة فضائيّة». وجيري أستل من أصل تشيكوسلوفاكي حيث ولد في ذلك البلد عام 1922، والتحق بشركة جنرال أتوميك في أواخر عام 1958 قادماً إِليها من شركة Ryan Aeronautical المتخصِّصة في الدراسات المتطورة.

وأطلق أول نموذج تحليق لمركبة أوريون الفضائيَّة في تلك الليلة وعلىٰ وجه التحديد بعد الساعة السابعة مساءً بقليل. يقول آستل: «فجرت نحو 60 غراماً من مادة C-4 كانت تتدلى مسافة عشر بوصات تحت مركز صفيحة الدافع. وأصاب الخوف بعض الذئاب والغزلان وتعالى عواء ظربان كان في شجيرة قريبة من موقع التفجير، لكن «النموذج رقم 1» لم يصبه أي ضرر».

العنصر النشط في مادة C-4 هو RDX أَو سيكلوتريمتيل إنيترنيترامين Cyclotrimethycl entrinitramine الممزوج بالشمع والزيت والبولي إيزوبوتيلين البلاستيكي polyisobutylene فيصبح عجينة قاسية. ومادة C-4 تقاوم التفجير تحت جميع الظروف عدا الارتطام الشديد ويمكن أن تحترق دون أن تسبِّب ضرراً إذا أشعلت بعود ثقاب. استخدم RDX لأول مرة في الحرب العالَمية الثانية، ويتفجر (أَو ينتقل إلىٰ «المرتبة العليا») عند السرعة 8700 متر/ ثا (أَو 20000 ميل بالساعة) مولداً ضغطاً عالياً قدره 300 كيلو بار أَو نحواً من خمسة ملايين رطل لكل بوصة مربعة. من استخداماته بشكله البلاستيكي أنه يستخدم في الأغراض التخريبية والتدمير والهدم، ويمكن تشكيله في قوالب مستقرّة بالغة الدقَّة ليستخدم في صنع تشكيلات لانفجار نحو الداخل من أجل القنابل النووية.

تُعد بعض التفاصيل من أسرار مهنة صنع الأَسلحة النووية لا سيما تلك المتعلقة بطريقة تشكيل وتفجير المتفجرات العالية التقليدية بحيث تتمكن موجة الصدمة من توليد الضغط المطلوب لتحويل كتلة تحت الحرجة من مادة انشطارية إلىٰ قنبلة. ولم يتوانَ الفيزيائيون العاملون في مشروع أوريون عن تطبيق معرفتهم بالمتفجرات العالية علىٰ تجارب غير نووية تهدف إلىٰ التعرّف علىٰ أداء أوريون. وقد استخدمت المتفجرات العالية لدفع نماذج التحليق؛ استخدمت المدافع القاذفة للبلازما الناشئة عن طلقة واحدة من المتفجر لاختبار مقدار التآكل، واستخدمت شحنات من متفجرات عالية كروية الشكل لاختبار

الإِجهاد الواقع علىٰ صفيحة الدافع وماصات الصدمة، واستخدم متفجر بشكل طبقة رقيقة ليمثل نبضة الضغط علىٰ صفيحة الدافع. وفي هذا يقول تيد: «كان من المهم جداً لنا أن نعرف علىٰ الأَقل ما الذي يجب ألاّ نفعله بقدر ما يهمنا معرفة ما يجب فعله. لهذا استخدمنا عدداً كبيراً من أشياء متغايرة، بعضها تفجر وتناثر قطعاً».

أمكن الحصول علىٰ كميات صغيرة من المتفجرات بشكل غير رسمي عن طريق كارول وولش Carroll Walsh وهو فني إِلكترون متقاعد كان يعمل في سلاح البحرية جاء به تيد إِلىٰ شركة جنرال أتوميك في شهر آب/ أغسطس عام 1958. وقد عمل سابقاً في مخبر الإِلكترونيات التابع للبحرية في موقع بوينت لوما Point Loma حيث كانت مادة سي فور C-4 تستخدم في الاختبارات الخاصة بالموجات الصوتية. يقول آستل: «يستطيع القومندان وولش أن يحصل علىٰ أي شيء لأَنَّه يعرف كل الأشخاص. وعندما احتجت لتلك المتفجرات عالية المقاومة وذات الأسلاك الطويلة قال لي «حسن، أنا أعرف أَنَّها موجودة لديهم هناك، لكنهم يحرسونها حراسة شديدة كالصقور، فهي باهظة الثمن». وقد جاء بها في غضون نصف ساعة فقط. وصار لدي ست منها». كما أمكن الحصول علىٰ كميات أكبر من مادة C-4 ومن خلال اتصالات وولش أيضاً مع سلاح البحرية وتم إِيصالها بالقارب الذي نقلها من مستودع المتفجرات الكائن في Seal Beach. يقول وولش «كنا ندخل تلك المستودعات ونأخذ تلك العجينة ونمزجها». أراد هوفمان أن يستخدم سيارات شاحنة لا تحمل علامات خاصة لنقل هذه المتفجرات فيما بين مختلف مواقع التجارب التابعة لشركة جنرال أتوميك، لكن «إِدارة المرور الخاصة بالطرقات العامة، كما يقول وولش، أصرت علىٰ أن تطلى هذه السيارات باللون الأصفر. وثار غضب دي هوفمان لأن الناس سوف يرون اسم شركة جنرال أتوميك ويرون أيضاً السيارات المحملة بالمتفجرات تنتقل ذهاباً وإِياباً، فقال «لا تفعل ذلك!»» غير أن وولش،

الذي يعرف متى يطيع ومتى يخالف التعليمات، كان يتأكد بأن هذه المتفجرات تنقل علىٰ شاحنات صفراء.

اكتسب جيري آستل خبرته بالمتفجرات ليس من لوس ألاموس، بل من خلال عمله في مقاومة الاحتلال عندما كان في تشيكوسلوفاكيا. وبعد أن نال درجته الجامعية في علوم الطيران، وكان ذلك أثناء الاحتلال الألماني لبلاده عُيِّن في مكتب تصميم الطائرات (مسرشميت Messerschmitt) التابع لإدارة A.T.G في لايبزيغ حيث كان يشرف علىٰ مصنع مجاور يقوم بصنع وتطوير أجزاء من الطائرات الألمانية من نوع الطائرات المقاتلة ذات المحرّك التقليدي وفيما بعد الطائرات النفَّاثة ذات المحركين طراز Messerschmitt 262. غير أن حدود العمل في الديناميكا الهوائية (السوائل والغازات) والهندسة والتسلح قد امتدت واتسعت كثيراً حتى نقطة الإخفاق، كما علّقت هوامش السلامة طول فترة الحرب. يقول جيري عما يذكره من تلك الأيام: «كانت الطائرات تحمل أحمالاً ثقيلة جداً، وإن حصل خطأ ما، لم تكن الطائرة وحدها التي تخرج من العمل، بل والطيار أيضاً. ولم تكن الطائرات مزودة بمقعد يقذف لنجاة الطيَّار». وكان ينبغي أن تصمم الأطر وأنظمة التحكّم بحيث تتحمّل التسارع من المجال نفسه الذي صمّم من أجل إقلاع النماذج الأولى لمركبة أوريون بمعدل تفجير قنبلتين في الثانية الواحدة. ويتابع جيري قوله: «كانت الطائرات المقاتلة التي عملنا علىٰ تصميمها تقلع بمعدل 7 إلىٰ g8، وبعضها بمعدل g10 إذا كانت التوقعات تشير إلىٰ القصف مع الإنقضاض بسرعة عالية جداً وحمولة قصوى. وقد أثبتت نجاحها. . . لا مشكلة. وعلىٰ هذا الأساس يمكن صنع بنية غير ذات وزن ثقيل في الطيران، ومع ذلك نستطيع تحمّل صدمة جيدة».

كان آستل يعمل لصالح الألمان نهاراً وفي الليل ضدهم. وفي ذلك يقول: «لا أحد يعرف أكثر من اثنين من شركائه. وبهذه الحالة لا يستطيع الإفصاح عن أكثر من اسمين فقط تحت التعذيب فيما لو ألقي القبض عليه،

وفي الوقت نفسه هناك أمل بأن شخصاً ما في تلك السلسلة، إن آجلاً أَو عاجلاً، لن يتحدث». كان المخربون يركّزون في أعمالهم علىٰ خطوط الاتصال ومفاتيح التحويل في خطوط السكك الحديدية حيث يكون لكميات صغيرة من المتفجرات أكبر الأثر، حيث يقول آستل: «يتعلم المرء ذلك من خلال الضربات الشديدة، ولا بد أنني كنت أتقن هذا الأمر لذلك بقيت علىٰ قيد الحياة. وهناك الكثيرون من الذين لقوا حتفهم، والسبب أننا كنا نشتغل بمتفجرات لا نعرف شيئاً عنها. وكنا نضطر لسرقتها من الألمان، وخصوصاً تلك المتفجرات البلاستيكية التي كانت تحت حراسة شديدة». ثم اكتشف الألمان ذلك الدور الخفي لجيري آستل في منتصف عام 1944، حيث يوضح ذلك بقوله: «وأخيراً اكتشفوا أن هذه الجماعة تتلقى توجيهاتها من مكتب التصميم في إدارة ميسرشميت A. T. G. Messerschmitt، وتولى الجستابو ملاحقتهم وتصفيتهم بصورة وحشية». عندئذ خاطر أحد المشرفين الألمان بحياته وأمهل جيري خمس عشرة دقيقة للنجاة بحياته، فهرب وبات متفرغاً للعمل في المقاومة، وفي هذا يقول: «في أوج قوتها كان لجماعتنا نحو 550 إلىٰ 600 رجل يستطيعون الانتشار في الحقول، ولكن عندما وضعنا أسلحتنا لم يبق من هؤلاء الرجال سوى 32 بالإضافة إلىٰ اثنين كانا في المشفى حيث توفيا».

تعلّم آستل أشياء كثيرة عن موجات الصدمة المتقاربة من خلال عمله بالمتفجرات حيث كان يشكل الشحنات المتفجرة بيديه. واكتشف أيضاً أن من الممكن إحداث تفجير دون أن يتسبَّب التفجير في تناثر الأشياء، وكان ذلك قبل التفكير بمشروع أوريون بزمن طويل. يوضح جيري ذلك بقوله: «حاولنا ذات مرة نسف جسر، قبيل انتهاء الحرب حين كان الجيش الألماني يتراجع القهقرى أمام تقدّم الجيش الروسي. وكان جسراً بإمكانه أن يوقف تقهقر نصف الجيش المنسحب، وقد بني علىٰ الطريقة التشيكية القديمة. وضعنا كل ما لدينا من



جيري آستل (أمام) وجيم موريس يتفحصان صفيحة الدافع في نموذج مبكر طوله متر واحد أمام مستودع تخزين مواد عالية التفجر في موقع التجارب في بوينت لوما.

متفجرات علىٰ تلك الدعامة وأشعلناها. كان أكبر انفجار صنعناه في حياتنا. رأيت الجسر بكامله ينقذف إِلىٰ الأعلى ثم يهوى ليحط في مكانه، وتعود السيارات والشاحنات لتسير فوقه. شيء لا يصدّق. وما كان بمقدورنا أن نضيف لهذه المتفجرات أوقية واحدة لأن كل ما لدينا قد نفذ. حتى الألمان أنفسهم لم يدركوا أننا حاولنا نسف الجسر لأنَّه عاد كما كان. ظهرت بعض الشقوق علىٰ الأرصفة الجانبية للجسر. وقد رأيت هذا الجسر ثانية عندما ذهبت إِلىٰ هناك في عام 1992. لا يزال في مكانه وكأن شيئاً لم يحدث!».

عقب خروج النازيين من تشيكوسلوفاكيا أصبح آستل أمين فرع اتحاد الثورة الوطنية. ودخل في مناقشات وجدال مع رودولف سلانسكي Rudolf Slansky أمين الحزب الشيوعي الذي حذره أكثر من مرة أن يراقب خطواته

(وكان ذلك قبل إعدامه). عندئذ فرَّ آستل إلىٰ فيينا، وطلب اللجوء إلىٰ السفارة الأمريكية التي رفضت طلبه، غير أنَّه وجد ما يصبو إليه لدى السفارة البريطانية، التي رأت لديه خرائط للمنطقة الحدودية فطلبت إليه أن يكون دليلاً مرشداً لجماعة من اللاجئين الآخرين كان بينهم شخص هنغاري فقد ساقيه الاثنتين عندما أطلق الجيش الروسي النار عليه في المرحلة الثانية من هروبه. يقول جيري «كان الوضع سيئاً جداً عندما عبرنا الدود، لكنه كان أشد سوءاً عندما اجتزنا المسافة من الأغراضي النمساوية التي تحتلها القوات الروسية إلىٰ المنطقة النمساوية الواقعة تحت احتلال القوات الغربية». ووصلت الجماعة إلىٰ خط الحدود، واختبأت في الغابة حتى جن الليل لكي يعبروا الحدود تحت جنح الظلام. وفي كل مرة كان آستل ينظر ما بين أبراج المراقبة الروسية «كان يسمع صوت إطلاق النار من مدافع رشاشة تنطلق علىٰ نحو مفاجئ. وتتركز الأنوار الكاشفة علىٰ بقعة معينة حين يطلقون النار، ويخرج أربعة أو خمسة جنود روس يحملون بنادقهم ليروا علىٰ ماذا أطلقوا النار». كان الوضع صعباً جداً أمام هذه الجماعة، وبخاصة لذلك الشخص الهنغاري الذي فقد ساقيه. وقدّر آستل أن أمامهم فرصة من خلال عمليات إطلاق النار الروسية، حيث يقول: «عندما تطلق نار المدافع الرشاشة في الليل تدرك أنك لن تسمع شيئاً بعدها لمدة نصف ساعة. وعندما تنظر إلىٰ تلك الأضواء الكاشفة تعرف أنك لن ترى شيئاً، وهكذا طلبت إلىٰ الجميع في الليلة التالية أن يتخذوا مواقعهم، ولم يمض وقت طويل حتى سمعنا صوت إطلاق النار ورأينا الأنوار الكاشفة، فقلت لهم استعدوا وانطلقوا، ولا تهتموا بأي ضجيج يحدث أو تخشوا أن يراكم أحد. يجب علينا أن نجتاز الحدود في ثوان قليلة. وسحبنا ذلك الفتى المبتورة ساقاه من يديه وعبرنا الحدود بسلام».

قضى آستل زهاء سنة واحدة في معسكر للاجئين في مدينة لودفيغسبورغ حيث فقد الكثير من وزنه حتى صار يزن نحو 96 رطلاً، وذلك إلىٰ أن وصلت

المنظمة الدولية للاجئين ورفعت كمية الغذاء للفرد من 900 إلىٰ 1400 كالوري باليوم. كان يمتلك آلة تصوير خاصة بالبنادق قياس 24 مم × 24 مم حصل عليها من طائرة مقاتلة ألمانية طراز Messerschmitt وفيلم تصوير تمكن من الحصول عليه مقايضة لقاء صابون أمريكي الصنع، فسعى في كسب رزقه من التقاط صور تصلح لبطاقات الهوية الشخصية لزملائه اللاجئين ليتمكنوا من تقديم طلبات هجرة إلىٰ السفارات الأجنبية تتيح لهم مغادرة المعسكر. وفي شهر نيسان/ أبريل عام 1949 أبحر آستل إلىٰ بوسطن علىٰ الباخرة SS Mercy التي تُعد مشفى عائماً فوصلها حاملاً بجيبه دولاراً واحداً، ولا يعرف سوى كلمات قليلة باللغة الإنكليزية، لكنه يشعر بفقدان الثقة بالشيوعيين ويعرف اسم عم له يقطن في مدينة بالتيمور كفل مجيئه إلىٰ الولايات المتحدة. بدأ حياته العملية عاملاً في مطبعة ثم في معمل لصنع الأحذية حيث تقاضى 32 دولاراً في الأسبوع، حيث يقول: «لكنني كنت سعيداً جداً بها. وفي يوم من الأيام أصيب الموظف المختص بعرض الأفلام في صالة السينما الخاصة بموظفي هذا المعمل بمرض مفاجئ فتولى آستل هذا العمل الإضافي بعد انتهاء ساعات الدوام واحتفظ بهذا العمل لمدة سنتين. ويتحدَّث عن نفسه فيقول: «تعلمت اللغة الإنكليزية من خلال عملي في عرض الأفلام. كنت في كثير من الأحيان أجد شخصاً يتكلم اللغة التشيكية، فأقول له «تعال وانظر كم هو جميل داخل حجرة آلات عرض الأفلام، وكل ما عليك أن تعمله هو أن تقول لي عم يتحدّثون!» والمرء يتعلم سريعاً إذا رأى وسمع شيئاً يتكرّر أمامه ثلاث أو أربع مرات علىٰ التوالي».

ادخر بعض المال واشترى سيارة مستعملة من طراز Mercury عام 1950، ثم ترك العمل في مصنع الأحذية واشتغل في مصنع متخصّص بصنع الأدوات والقوالب. وأتقن العمل وتدرج سريعاً في المراتب حتى وصل إلىٰ رتبة مهندس. ومارس هوايته في الطيران وانضم إلىٰ جمعية خاصة للطيران

الشراعي، وهي هواية تفوَّق فيها التشيكيّون. وحصل علىٰ الجنسية الأَمريكية بعد ثلاث سنوات، واشترى سيارة طراز ميركوري Mercury جديدة صنع عام 1955، وبتشجيع من أحد الطيارين الشراعيين كان يعمل لدى شركة Convair في سان دييغو، استقل سيارته الجديدة بعد أن وضع فيها كل ما لديه من أمتعة شخصية وٱنطلق غرباً «قلت في نفسي لن أتوقف حتى أصل إِلىٰ المحيط الهادي، وهذا ما حدث فعلاً». أقام نحو أسبوعين في مقطورة في El Cajon، ووجد عملاً بوظيفة مهندس طيران لدى شركة Rohr Aircraft (علىٰ طائرات لوكهيد إِلكترا Lockheed Electra) ثم في شركة Ryan and Douglas (علىٰ طائرات طراز DC-8). وعندما رصدت وكالة مشاريع البحوث المتطورة الأموال اللازمة لمشروع أوريون حاز علىٰ فرصة إِجراء مقابلة مع تيد وحصل علىٰ وظيفة في شركة جنرال أتوميك حيث حقَّق سمعة عالية في إِيجاد الحلول للمسائل الصعبة، ويقول عن نفسه: «كانوا دوماً يطلبون إِلي فعل المستحيل».

كانت التقارير التي وضعها آستل خلال عمله في مشروع أوريون قليلة العدد جداً، وفي ذلك يقول: «لم يكن لدي الوقت الكافي للكتابة. يوجد نوع من الأشخاص يحبّون الكتابة ويعشقونها، وهناك نوع آخر من الأشخاص الذين يصنعون المعجزات بأيديهم وبعبقريتهم وهم يرون الكتابة مضيعة للوقت». لكن تقريره الذي وضعه في شهر تشرين الثاني/ نوفمبر عام 1959 بعنوان «منظومة السلاح الصاروخي المتعدد العابر للقارات» أشار في توقعاته إِلىٰ الصواريخ MIRV (multiple independently targeted reentry vehicle) التي بدأت في السبعينيات تغيّر المنظر العام للأَسلحة النووية الاستراتيجية. فقد كان التحدي عام 1959 يتمثَّل في معرفة كيف يمكن إِطلاق الرأس الحربي النووي الحراري الواحد بواسطة صاروخ بالستي واحد عابر للقارات. وقد رأى آستل أن مشروع أوريون يتيح إِمكانية إِطلاق عدد من الرؤوس الحربية في لحظة واحدة.

يقول آستل وهو يستعيد ذكريات تلك الرحلة: «كانت قيادة القوى الجوية

بحاجة إِلىٰ مسوِّغ يمكِّنها من إِعطائنا أموالاً أكثر، فأرسلت إِلينا تطلب أفكاراً عما يمكنها من الاستفادة من مشروع أوريون لأغراض عسكرية. وكان واضحاً بالنسبة لي أن أفضل استخدام له هو صنع مركبات أوريون صغيرة الحجم يمكن تحميلها بما يقارب 15 أَو 20 أَو 50 رأساً حربياً نووياً ذات أهداف إِفرادية إِلىٰ جانب نحو 150 أَو 200 «رأس حربي» خدعة. فتطلقها، ويلتقطها الرادار وذلك إِلىٰ أن تصل إِلىٰ السمت فيرون صاروخاً واحداً يتجه نحوهم. ثم تُطلق الرؤوس الخدعة فيرون أسراباً تتجه نحوهم، لا يستطيعون مجابهتها، وبعد أن ينشر المدافعون صواريخهم الدفاعية تطلق الرؤوس الحربية الحقيقيَّة، التي تكون صغيرة جداً، وكل ما تحتاجه حينئذٍ أن تعدّل مسارها درجات قليلة لتوجهها نحو أهدافها. ولا يمكن أن يصمد دفاع أمام هجوم كهذا».

لقد رأى آستل في هذه التطبيقات العسكرية المحتملة لمشروع أوريون ليس فقط كمسوغ لدعم مشروع استكشاف الفضاء الخارجي، بل وأيضاً كما لو أَنَّه أمر ضروري لاستعراض القوة. فهو يقول: «أولئك الروس، إِن وجدتهم في وقارهم بعيدين عن الخمرة سوف يعشقونك، وإِن وجدتهم سكارى، أعطهم زجاجة فودكا فلا تدري ماذا يفعلون بك، ربما يدقّون عنقك». وكانت الأمور علىٰ خير ما يرام بينه وبين النقيب دونالد مكسون Donald M. Mixson، الضابط المسؤول عن المشروع بتكليف من مركز الأَسلحة الخاصة التابع للقوى الجوية والذي كان من ضمن واجباته تسويق هذا المشروع لدى الجنرالات في قيادة الأَسلحة الجوية الاستراتيجية. يذكر آستل مشيراً إِلىٰ خطة الرؤوس الحربية المتعددة: «كتبت اقتراحاً قصيراً، فقال مكسون «إِن هذا شيء جدير بالاهتمام!»». وإِذا كان احتمال إِصابة خمسين هدفاً روسياً بضربة واحدة أكثر مما ترضى به قيادة الأَسلحة الاستراتيجية الجوية، فإِن لدى آستل اقتراحاً آخر: «قلت له إِن كان هذا الاقتراح غير مقبول، فلمَ لا نضع علىٰ متن مركبة أوريون مائة طن أَو نحو ذلك من مسحوق مادة مهدئة ونرشها فوق جميع أنحاء روسيا



إِد داي (إلىٰ اليسار) وريد واطسون يحضران لتجربة ماص هوائي للصدمة في موقع توري باينز، أوائل عام 1959.

وبعد ذلك نلتقيهم في حفلة شاي بدلاً من مواجهتهم بالحرب». وقد أُعجب مكسون بهذه الفكرة طبقاً لأقوال آستل، الذي أضاف: «من المرجح أَنَّه كان علىٰ استعداد لرش هذا المسحوق فوق واشنطن!».

أما التقرير الذي وضعه آستل في شهر أيار/ مايو عام 1960 بعنوان «منظومة إِطلاق المركبة بدفع من نبضة نووية» فقد تحدَّث عن طريقة لإِعطاء مركبات أوريون سرعة بدائية معينة عند إِنطلاقها من منصة قليلة الارتفاع. لكن نموذج مركبة بقطر متر واحد لم يحلِّق إِلاّ بعد أن اكتسب طاقة من شحنة بدائية صغيرة من مسحوق البارود بطيء الاحتراق، وذلك كما توقّع فريمان دايسون في تقريره بعنوان «البرمجة المثالية للصعود الشاقولي في الغلاف الجوي» المؤرخ في شهر كانون الأول/ ديسمبر عام 1958 حيث توصّل إِلىٰ استنتاج يقول: «وبصورة

خاصة فإن السرعة البدائية V = صفراً عند الارتفاع صفر ليست في حقيقة الأمر صفراً». ويفسِّر آستل ذلك بقوله «أين يكون الاستهلاك الأعظمي للوقود؟ والجواب، عند نقطة البداية!» وقد تصور أسطولاً مؤلَّفاً من عدد معيَّن من مركبات أوريون الصغيرة تُطلق من منصة على هيئة صوامع الحبوب وتكون قوة رد انتقامي. لمثل هذا النوع من المنصات بعض الفوائد فهي إضافة إلى إطلاق المركبة تحمي تلك المركبات من أي هجوم مفاجىء يستهدفها قبل الإطلاق وتكون في الوقت نفسه مكاناً مناسباً لدفن أية أخطاء قد تقع في المنصة ذاتها. حيث يقول: «إذا كانت لأغراض دفاعية فلا موجب للقلق إطلاقاً بخصوص السلامة. وإذا كان تحت الأَرض وحدث خطأ ما، فلا شيء يحصل. تبقى الأخطاء مدفونة وتأتي الآليات الخاصة فتمهّد سطح التربة عقب الانفجار».

أصدر آستل تقريره الثالث حول مشروع أوريون في شهر شباط/ فبراير عام 1961 وكان بعنوان «منظومة ماصات الصدمة ذات الشوط الطويل والأسطوانة المنشطرة». وقد كانت الفكرة الأصلية لماصات الصدمة لهذا المشروع استخدام أنابيب ممتلئة بالهواء وتتوضع في طبقات على هيئة حلقات متحدة المركز. وهذه طريقة بسيطة وخفيفة الوزن لكن لها مساوءها، وبصورة خاصة، «المشكلة الخطيرة المتمثّلة فيما قد يحدث في حال كون القنبلة لم تنفجر. ففي مثل وضع كهذا يتطاير ماص الصدمة، لذا يجب صنعه بحيث يتلقَّى تلك الحركة الراجعة»، كما قال دون مكسون عقب زيارة قام بها إلى شركة جنرال أتوميك في تموز/ يوليو عام 1958. وليس سهلاً على الإطلاق إيقاف صفيحة الدافع التي تزن نحو ألف طن ترتد بعيداً نحو الفضاء.

ومع طور العمل والدراسة في مشروع أوريون بات من المتوقع أن تتم معالجة التسارعات المتزايدة لصفيحة الدافع (وكذلك الارتداد في حال اختلال تفجّر القنبلة) باستخدام ماصات الصدمة الأكثر طولاً والقائمة على مبدأ الأسطوانة والمكبس بداخلها، ومع ذلك بقيت فكرة الحلقات ذات الضغط

الهوائي الخط الدفاعي الأول. وقد عمل آستل علىٰ سلسلة من الاختبارات والتجارب للتأكّد من صلاحية هذه الفكرة استمرت لسبعة أعوام، مبتدئاً تجاربه هذه في موقع توري باينز عام 1958 باستخدام أنابيب داخلية غلفها بشريط أنبوبي، ومنتهياً بتحليل فوتوغرافي عالي السرعة لمعرفة سلوك ماصات الصدمة بالضغط الهوائي تحت أحمال من مواد عالية التفجير واصل العمل عليها حتى عام 1965 عندما توقفت كل أنواع التجارب العائدة لأوريون.

يقول آستل وهو يسترجع ذكريات هذه التجارب: «لقد كان هذا العمل برمته بالنسبة لي عبثاً لا طائل منه. أنت تعرف جيداً أَنّه لا يمكن تطبيق مبدأ إِسناد صفيحة الدافع في الفضاء علىٰ هذا النحو. إِنَّه سخف. لا يمكنك أن تجعله يعمل ويثبت نجاحه هناك، فالمواد جميعاً تفقد خاصية المرونة والتمغط عندما تبرد. سوف تعمل علىٰ إِطلاق المفجر مرة واحدة وسيكون ذلك كله فوق طبقة الستراتوسفير، وطلقتان أخريان تجعلان المركبة تتناثر في جميع أنحاء الفضاء». إِذن فالمرونة المطلوبة تكمن في الغاز وليس في جدران الأنابيب التي كانت ستصنع علىٰ هيئة شعاعيات منطلقة من بؤرة واحدة تلفها أحزمة من الفولاذ. ولكن ربما كان آستل علىٰ حق. في تلك الأثناء حضر ستة مسؤولين من شركة فايرستون Firestone، وجميعهم يحملون الموافقات الأمنية، اجتماعاً يقدم إِيجازاً عن مشروع أوريون عُقد في مدينة لوس أنجيليس بتاريخ 23 تموز/ يوليو عام 1959 ضم متعاقدين محتملين.

عندما طلب إِلىٰ آستل أن يوضح خطته المتعلقة بمنظومة ماصات الصدمة ذات الأسطوانة المنشطرة طرح السؤال التالي: «هل سبق لك أن رأيت منجنيقاً أَو راجمة تعمل بالبخار؟ إِنها مثل حاملة الطائرات ولكن معكوسة. تستخدم المبدأ ذاته. فالمنجنيق البخاري في الواقع هو ماص للصدمة ذو أسطوانة منشطرة، أَو هو المشغّل أَو المحفّز. إِذا استخدمت الأسطوانة المنشطرة تستطيع أن تقلّل الشوط إِلىٰ نصف ما تحتاجه في حال اتباع الطريقة التقليدية. وقد

دهشت عندما اكتشفت أَنَّها فعلاً تملك شيئاً من هذا. لم يسبق لي أن كنت علىٰ ظهر حاملة طائرات، وليس لدي أدنى فكرة عن كيفية مسار الأمور هناك. وقد ذكرت هذه الفكرة أمام كارول وولش، فقال: «إِن هذا هو المنجنيق البخاري!» وقد سهّل لي زيارة إِلىٰ حاملة طائرات حيث اَطلعت وتفحصت، وبالتأكيد وجدته هناك. إِذن التكنولوجيا متطورة جداً ويمكن استخدامها».

غير أن آستل لديه تحذير خاص إِذ يقول: «اَفترضوا أَنَّه مادة شديدة الخطورة. وظنوا أنهم قد تفوّقوا علىٰ مشكلة ماص الصدمة». لكنه يتصور طريقة لمعالجتها تختلف اختلافاً كلياً عما كانوا يظنون. يوضح خطته تلك حين يقول: «لديك كتلتان. ويتعين عليك أن تمتص الصدمة الرئيسية للانفجار عند صفيحة الدافع. والكتلة الأَكبر موضوعة فوقها. تقوم فكرتي علىٰ اتخاذ وضع معاكس. إِنني أستخدم ماصات الصدمة من أجل حماية الشحنات، عندئذ عليك أن تصمِّم شيئاً معقولاً. أفضل أن تكون صفيحة الدافع، المحرّك، وحدة هيكلية واحدة تبقى متماسكة. إِذا أخذت النبضة دون وجود ماصات للصدمة فأنت تقدّم حماية مع وجود ماصات الصدمة إِلىٰ أجزاء معينة ومحدّدة من المركبة داخل تلك الهيكلية الرئيسية. وبإِمكانك أن تجعل الرحلة أطول مسافة. وتستطيع أن تعدّل وتضبط التسارع كما تريد». وقد توصل آستل إِلىٰ فكرته هذه من خلال مناقشاته مع تيد، حيث يقول: «أخذت عنه معلومات تتعلّق بمدى دقة اَعتقاده حول مقدار التسارع الذي يستطيع تحقيقه في الدافع عن طريق تلك القنابل النووية الصغيرة التي يفكر بها. وقد قال: «حسن، من المحتمل أن تفعل مستقبلاً ما هو أفضل من هذا». وكان هذا التعليق ما أعطاني فكرة تشكيل هيكلية تستطيع اَستيعابه وتجعل الشحنات المتفجرة تتحرّك».

وكان آخر جزء من مشروع أوريون عمل فيه آستل منشأة اختبار مقترحة للمواد عالية التفجير من أجل إِجراء التجارب بالمقاييس الكاملة لمحرّك في مركبة أوريون يبلغ قطره عشرة أمتار مقلوب عاليه سافله، وقد تعاون في هذه



إِد داي يضع العلبة رقم 4 الحاوية على 2,3 رطلاً من المادة المتفجرة سي فور في مكانها في كدسة قذف الشحنة داخل النموذج بطول متر واحد.

الدراسة مع إِد داي Ed Day الاختصاصي بالتجارب والذي كان قد شرع في برنامج اختبارات خاصة بهذا المشروع في موقع توري باينز منذ ست سنوات. وكان المقصود بهذه المنشأة أن تكون رداً علىٰ سؤال وجهته وكالة الفضاء ناسا NASA إلىٰ جنرال أتوميك يقول: «كيف تستطيع وكالة ناسا أن تطوّر مركبة فضائيَّة لا يمكن اختبارها علىٰ الأَرض؟» وقد كان الإِداريون في وكالة ناسا يعارضون تأييد إِطلاق أية مركبة مكتملة التجهيزات، كما يطلق طائر من عشه أول مرة. وقد ردت جنرال أتوميك علىٰ ذلك في السنتين الأخيرتين من حياة مشروع أوريون بخطّة سُمِّيت «خطة التطوير الأَرضي» حيث كان جزءاً من هذه الخطة «منشأة اختبار لنبضة HE المتكرِّرة» التي صُمِّمت لاختبار محرك بالمقاييس الحقيقية الكاملة لمركبة أوريون يوضع في مكانه رأساً علىٰ عقب إِلىٰ جانب

خزانة تحتوي 100 قرص تقذف أقراصاً من مادة عالية التفجير PETN يبلغ قطر الواحد منها 32 قدماً ويزن ثلاثة أرباع الطن وتفجّر فوق صفيحة الدافع علىٰ فترات متتابعة تفصل بين الفترة والأُخرىٰ ثانية واحدة.

قيل في الدفاع عن هذه الخطة: «في هذه المنشأة يمكن اختبار محرك يعمل بالنبضة النووية، وتطويره وتأهيله للتحليق التجريبي، ومن ثم إجراء تقدير تمهيدي علىٰ الأَرض لقدرته علىٰ التحليق. وقد أجريت دراسة لنظامين مختلفين لوحدة النبضة HE. فدرست كافة تفاصيل المنظومة الميكانيكية الكاملة لعملية نقل وحدة النبضة HE من صومعة التخزين إلىٰ موقعها النهائي للتفجير فوق الدافع في المحرك، كما درست بإيجاز منظومة تستخدم راجمات الصواريخ لإعطاء القوة المحرّكة اللازمة». شارك في وضع هذه الخطة وكان المهندس الرئيس فيها المهندس الألماني الشهير في علوم الطيران هانز أمتمان Hans Amtmann الذي ابتدأ حياته العملية في حوض السفن الذي أنجز بناء السفينة بسمارك Bismarck حيث شارك في تصميم القارب البخاري BV-238 من صنع شركة Blohm & Voss وهو قارب طائر طويل المدى يستخدم ست محركات بقوة 1800 حصان من صنع شركة ديملر بنز Daimler-Benz وبحمولته البالغة 100 طن يعد أثقل طائرة في عصرها. سبق له أن عمل في مشاريع تصميم ألمانية كانت سرية للغاية أثناء الحرب وكان بعضها يعتمد علىٰ راجمات الصواريخ للإقلاع. ربما لم يخطر علىٰ بال أحد أن يقوم بنقل أقراص من مادة متفجرة تزن 1500 رطل باستخدام راجمات الصواريخ. يقول أمتمان: «ينبغي نصب منصة تجارب من هذا النوع في أماكن بعيدة جداً عن المناطق عالية الكثافة السكانية، وذلك بسبب طبيعة عملها».

غير أن آستل، من جهة أُخرىٰ، كان يرى أن استهلاك هذا القدر الكبير من مواد عالية التفجير في اختبارات إطلاق مركبة أوريون رأساً علىٰ عقب هدراً وتبديداً. إذ يقول: «لتذهب هذه الفكرة إلىٰ الجحيم. فلنصنعها بحيث نضع

بداخلها خزانة. إذا كان علينا أن نطلق هذا القدر الكبير من تلك الشحنات فلنأخذها لتجربة التحليق الحر. ولتكن لدينا مظلة للهبوط وواحد احتياطي، وفي قمة المسار يقذف الطيار نفسه منها. وقد أصاب الذعر إد داي. طبعاً، فهو ليس طياراً. أما أنا فقد وجدت في هذا ما يغريني. لو مكثت هناك، ربما تأتيني أفكار جديدة قد لا يصدقها أحد.

15

موقع بوينت لوما

لم تمكث طويلاً تلك المنشأة الأولى التي أقيمت فوق الهضبة المطلة علىٰ مدينة لا جولا في توري باينز من أجل الاختبارات التجريبية لمشروع أوريون، إذ سرعان ما اضطر العاملون فيها إلىٰ الانتقال منها إلىٰ موقع آخر. يصف جيري آستل ذلك بقوله: «طردنا من ذلك المكان لأننا في كل مرة نجري اختباراً ونطلق بضع طلقات ينزعج الموظفون الآخرون وتتعالى أصواتهم بالشكوى والاحتجاج». لكن هذه الجماعة العاملة في المنشأة وجدت لنفسها موقعاً آخر بفضل جهود كارول ولش، المحقّق الفنّي الداخلي في مشروع أوريون الذي يستطيع العثور علىٰ أي شيء، ابتداء من الحصول علىٰ متفجرات وانتهاء بالإشراف علىٰ تأمين وسائل الانتقال للملكة جوليانا ملكة هولندا التي قبلت دعوة لزيارة شركة جنرال أتوميك للاطلاع علىٰ مفاعل تريغا TRIGA وطلبت أن توضع بتصرفها طائرة بأربعة محركات من أجل هذه الزيارة. يروي كارول كيف استطاع تأمين الطائرة، فيقول: «اتصلت بسلاح البحرية في القاعدة الجوية، وقلت لهم، «الملكة بحاجة لطائرة بأربعة محركات، جهزوها فنحن بحاجة لها، ولن تستقل الملكة أي شيء آخر». فقالوا، «دعنا نفكر بالأمر» فاضطررت للتحدّث مع الأدميرال. تباً له إن لم يرتب الأمر! وقد جهز الطائرة، وقد أصدر أوامره لنحو خمسين من النقباء وغيرهم ليبرّر استخدام هذه الطائرة الكبيرة».

كان كارول وولش رجل المهام الصعبة، إذ يستطيع أن ينفِّذ وينجز كل شيء نريد. جاء في يوميات تيد تايلور في أواخر شهر تشرين الأول/ أكتوبر عام 1960، حين كان تريفور غاردنر رئيس لجنة القوى الجوية يعد تقريره لإطلاع إدارة الرئيس الجديد في واشنطن حول المشاريع الفضائيَّة وقرَّر أن يضمِّن تقريره شيئاً عن مشروع أوريون ضمن الخيارات التي سوف ينتقي الرئيس الجديد منها بعض ما يريد أن يعلنه: «طلب إلي فريدي أن أسطر له ثلاث صفحات عن مركبة أوريون ذات الهدف كوكب زحل، وأن أُكلف شخصاً يأخذها إلىٰ غاردنر بالطائرة المغادرة تلك الليلة. وقد أحسست أن المهمة سوف تُنجز علىٰ الفور عندما طلبنا، وايلد وأنا، إلىٰ كارول وولش أن يأخذها إليه».

وُلد كارول عام 1915 في مدينة أوكلاند بولاية كاليفورنيا حيث نشأ وترعرع قبل ظروف الكساد الاقتصادي، وقبل أن يبلغ الثانية عشرة من عمره تولدت لديه هواية كان يمارسها في صنع مسحوق البارود وإطلاق صواريخ يصنعها بيديه. ألتحق بفرقة المحافظة المدنية Civilian Conservation Corps عام 1933 يصنع كاشفات حريق ويتعلّم كيف يتعامل مع الديناميت ويكسب دولاراً واحداً في اليوم، يبقي منها لنفسه خمسة دولارات في الشهر ويرسل الباقي إلىٰ أبيه وأمه. قضى في هذه الفرقة نحو سنة ونصف السنة انضم بعدها إلىٰ البحرية حيث عمل مساعداً من الدرجة الثانية لفني كهربائي، وتدرّج في المراتب حتى أصبح ضابطاً إبان الحرب العالَمية الثانية. كان لديه ولع بالإلكترونيات ويشعر بسعادة غامرة عندما يطلب إليه التعامل مع المواد ذات التفجير العالي والقنابل النووية. يقول: «خمنوا من كان مسؤولاً عن استلام القنبلة النووية وإخضاعها لاختبار المطرقة؟ وخمِّنوا من كان مسؤولاً عن تلك الأوزان الثقيلة ويطرقها ليرى ماذا يحدث ؟ إنَّه أنا. حصلت علىٰ الموافقة الخاصة المعروفة بأسم موافقة Q قبل مجيئي إلىٰ جنرال أتوميك. هل تذكرون تلك التجربة الكبرى حيث أخرجوا جميع السفن إلىٰ عرض البحر في المحيط الهادي، وكانت تلك

القنبلة التي حملت اسم The Big One وأرادوا أن يعرفوا ماذا يحدث لكل تلك السفن؟ من كان مسؤولاً عن تلك القنبلة؟ لقد كانت شيئاً بالغ الضخامة، كبيراً جداً بحجم هذه الغرفة! إنَّه أنا». قضى وولش زهاء ثمانية أعوام يعمل في مخبر الإلكترونيات التابع للبحرية في بوينت لوما Point Loma، ينمي معلوماته ومعرفته بمن يصنع ماذا في تلك الشبكة من القواعد العسكرية في سان دييغو. وهو يقول عن نشاطه آنذاك: «ذات مرة ونحن في موقع التجربة، ٱحتجنا إلىٰ سيارة. واستطعت أن أجيء بواحدة من البحرية مجاناً. وفي مرة أُخرىٰ، وعلىٰ نحو مفاجيء احتاجوا إلىٰ رافعة شوكية، وكنت أعرف من أين أحصل علىٰ واحدة، مجاناً، أيضاً».

بوينت لوما شبه جزيرة شديدة الانحدار، ضيقة يبلغ طولها نحو ثلاثة أميال، تحيط بميناء سان دييغو، وقد دعمت بتحصينات من مرابض المدفعية أثناء الحرب. وبعد تسليم المدافع، ظلَّت المنطقة تحت سيطرة البحرية، حيث استخدمها مخبر الإلكترونيات التابع للبحرية موقعاً لتجارب الرادار وغيرها من التجارب السرِّيَّة. وكان وولش آنذاك واحداً من المكلفين بحراسة الموقع وهو برتبة نقيب بحري. يروي بعض ما جرى له في تلك الأثناء فيقول: «كانت كل تلك المرابض للمدفعية من عيار 16 إنش وكل تلك الجدران الإسمنتية بسماكة 6 أقدام. كنت أعرف كل شيء عن تلك الأماكن حيث كنت أقوم بالدورية خلال مناوبتي الليلية. وكانت أمامنا أعمال كثيرة يجب إتمامها بسرِّية تامة ويفترض ألا يتواجد أحد هناك». وقد أقنع زملاءه السابقين بأن يمنحوا إلىٰ جنرال أتوميك حق استخدام المربضين ودوورد Woodward وآشبي Ashby اللذين يطلان علىٰ المحيط الهادي من الجانب الغربي لشبه الجزيرة، بما في ذلك مستودعات ذخيرتها، وأن يتخلوا عن خنادق المدفعية التي كانت تُعد مثالية لأعمال التفجير. وكان يوجد إلىٰ جانبها برج فولاذي بارتفاع 75 قدماً بُني من أجل اختبارات استاتيكية بربع المقياس لصواريخ أطلس Atlas بالإضافة إلىٰ حصن صغير ٱستخدم سابقاً لمراقبة التجارب.

يتحدَّث جيري آستل عن هذا الموقع فيقول: «عندما وصلنا إِلىٰ بوينت لوما عُوملنا معاملة جيدة جداً من البحرية. ومكثنا هناك كما لو أن المرء يعيش في بيته. تلك التحصينات الأَرضية! لقد ٱحتضنت مدفعية من عيار 16 إِنش. كنا نحصل علىٰ كل ما نريد. وكان لبرج اختبار الإِطلاق منصات فولاذية ضخمة من جوانبه الثلاثة وذلك بغية إِطلاق الصواريخ من زوايا مختلفة. سألنا البحرية إِذا بإِمكاننا أن نزيلها فقالوا إِنهم هم أيضاً يريدون إِزالتها، لكن هذه العملية تستغرق شهرين أَو ثلاثة أشهر لتأمين الرافعة الملائمة. لكننا لا نستطيع الانتظار كل هذه المدة، فنحن نريد إِنزالها البارحة قبل اليوم. فقلت لهم نحن نستطيع ذلك. أعطاني كارول وولش كمية كافية من متفجر C-4 وشريط إِشعال طويل للقيام بالعمل. وأزلناها في غضون ساعتين! وكأني عدت إِلىٰ عمل المقاومة إِبان الحرب العالَمية الثانية».

كان آستل يصرّ علىٰ فتيل تفجير طويل مقاوِم للتيارات المحرّضة بالرادار التي قد تفجّر الفتيل العادي. فقد جاء في تعليمات أصدرتها شركة جنرال أتوميك بعنوان «إِجراءات السلامة في موقع بوينت لوما للتجارب» من إِعداد برايان دان بتايخ 17 تموز/ يوليو 1959: «يجب استخدام فتيل التفجير الطويل كلما أمكن ذلك. ولا يجوز بحال من الأحوال حملها والتنقّل بها أَو وضعها في جيوب الملابس». وأن أي شخص يوصل الفتيل بالمادة المتفجرة، سواء كان الفتيل بشريط طويل أم لا، «يجب عليه أن يتفحص خط الإِطلاق للتأكّد من عدم وجود شرارة قد تكون ناجمة عن تسرب التيار وعندئذ عليه أن يلامس بلسانه طرفي الخط بالتزامن للتأكّد من عدم وجود تيارات صغيرة جداً». ولا يجوز إِجراء تجارب تتضمن مواد عالية التفجير إِلاّ تحت إِشراف «فيزيائي قائم بالأَعمال» عُيِّن خصيصاً لذلك. ولم تحصل طوال حياة المشروع أية حوادث تُذكر ما عدا بعض الحوادث الطفيفة ودون إِصابات بالغة.

يقول دان مشيراً إِلىٰ حوادث وقعت عند استخدام المتفجرات العادية التي

فاق عددها عدد الحوادث الحاصلة أثناء صنع القنابل النووية باستخدام مواد قابلة للانشطار: «كانوا في لوس ألاموس يتسبَّبون في وفاة الناس. لقد درست الحوادث الواقعة في لوس ألاموس وبنتيجة هذه الدراسة يخرج المرء بآنطباع أَنَّه قد تعرّض للعقاب». وقد حدّد دان كمية المتفجرات العالية التي يمكن تخزينها في مستودعات جنرال أتوميك في بوينت لوما بحيث لا تتجاوز 400 رطل. و«بالنسبة للشحنات التي تصدر شظايا و/أَو الشحنات زنة نصف رطل أَو يزيد، وبالنسبة لكافة التجارب التي تُجرى في البرج، يجب إِرسال موظفين من جنرال أتوميك لسد جميع الطرقات المؤدية إِلىٰ موقع التجارب من جميع الاتجاهات». وكان أحد هذه الطرقات في مرمى النظر من كلية بوينت لوما، يقول آستل: «توجد كلية للبنات هناك وقد شكَّلت عامل جذب، ولهذا السبب أراد الجميع ولا سيما الشباب، أن يعملوا في بوينت لوما».

عمدت جنرال أتوميك إِلىٰ إِضفاء الصفة الرسمية علىٰ الترتيبات التي آتخذها ولش من أجل استخدام موقع بوينت لوما، وأوضحت للبحرية أن «التجارب تشتمل علىٰ آثار المتفجرات الصغرى، من طبقة 10 غرام وحتى كيلوغرام، علىٰ مواد معينة». وقد تضمنت التجارب الأولية، بالإِضافة إِلىٰ صنع ماصات صدمة بالأكياس الهوائية غير حقيقية وتطوير تيارات نفَّاثة من البلازما ذات الدفع الانفجاري، تعليق عينات اختبارية لصفيحة الدافع من البرج مشدودة فيه بكابلات مرنة لمنع تطايرها إِلىٰ مسافات بعيدة مع كل طلقة تطلق. وفي غضون مدة ليست بالطويلة أخذ طاقم العمل في بوينت لوما يتساءلون ماذا سيحدث لصفيحة الدافع المتصلة بجملة شحنات ابتدائية عندما تنفجر شحنة صغيرة وتدفعها للأعلى.

يوجد حالياً نموذجان من مركبة أوريون أُعدّا للتحليق، أحدهما بقطر متر واحد، في متحف سميستونيان للطيران والفضاء في واشنطن العاصمة Smithsonian Institution's National Air and Space Museum، أما النموذج،

بقطر قدم واحدة، فقد احتفظ به جيري آستل في مرآب منزله في سولانا بيتش Solana Beach. يقول دان: «بدأنا العمل بشكل بطيء بنموذج قطره قدم واحدة وجميع عدادات قياس الضغط منتشرة في كل مكان. أما الشحنات فكانت صغيرة جداً ـ بحجم كرة لعب الغولف. وعملنا طبقة رقيقة من مادة Fastax وأخذنا فكرة عن قوانين تصاعد موجة الصدمة». وهذا النموذج عينه، المتوسط في حجمه بين نموذج تجربة «السلطانيات»، والنموذج المحفوظ في متحف سميثسونيان Smithsonian ذي القطر بطول متر واحد، هو النموذج الذي ٱحتفظ به جيري آستل في مرآب منزله لمدة اثنين وثلاثين عاماً، حيث أنقذه من الدمار، والفضل في ذلك يعود إِلىٰ الحارث الأمني جون آيلز John Iles الذي تولى تنظيف مكاتب شركة جنرال أتوميك بعد أن ٱشترتها شركة «غلف أويل» Gulf Oil. وقد صنع هذا النموذج بمقياس 1: 130 عن نموذج أساسي لمركبة تزن 4000 طن، وكانت قشرته الخارجية المصنوعة من الفيبرغلاس الممتاز باللون الأزرق الخاص بسلاح الطيران وعلىٰ هيئة رصاصة قصيرة الطول ثخينة العرض (أَو كما كان يسميها الفنِّيّون بحسب رواية آستل «صديرية الثديين عند أنيتا إِكبرغ ميدنفورم Anita Ekberg Maidenform») وأما صفيحة الدافع المصنوعة من الألومنيوم فهي لا تزال تحمل آثار الانفجارات المتكررة، في حين تجد مصات الصدمة المصنوعة من إِسفنج البولي يوريتين وقد تفتتت حتى صارت رماداً.

يقول آستل: «لقد صنعت هذا النموذج في غضون ثلاثة أيام أَو أربعة. وجدت شخصاً في National City مبدعاً في أعماله الفنِّيَّة الرائعة بمادة الفيبرغلاس، رجلاً عجوزاً إِنما عظيم النشاط، تقول له بضع كلمات تثير حماسه واهتمامه وتريه رسماً تقريبياً فيترك كل شيء ليقدّم خدماته لك رغم أن الجميع يقصدونه، فينتظرون ريثما يصنع لي تلك الرصاصة بثمن بخس لا يتجاوز دولارات قليلة». وقد ثقبت هذه القشرة بسلسلة من الثقوب من أعلاها إِلىٰ أسفلها من أجل مقاييس الضغط التي تقيس انحراف موجة الصدمة حول

حواف صفيحة الدافع بعد أن ترتطم ببدنية المركبة. يقول دان Dunne: «من المفيد جداً أن يعرف المرء مقاييس موجة الصدمة في مثل هذه الأعمال». وثمة سلسلة أُخرىٰ من الثقوب لقياس الإجهاد الذي يحصل داخل القشرة. وهذا ما يوضحه آستل بقوله: «كنا نحاول أن نعرف ما إذا كانت الشحنة تخرج قليلاً عن الخط، ومقدار العزم المتولد. قد يبدو الأمر سخيفاً، لكننا حصلنا علىٰ معلومات كثيرة جداً».

ومع حلول شهر شباط/ فبراير عام 1959 صنع أَول نموذج في سلسلة نماذج بقطر متر واحد مشدودة بالحبال أخضعت للطلقات الواحدة وذلك بعد الانتهاء من النموذج ذي القطر بطول قدم واحدة. جاء في تقرير وضعه دون مكسون علىٰ أثر زيارة قام بها إلىٰ جنرال أتوميك بتاريخ 25 شباط/ فبراير عام 1959: «شاهدت عدداً من الأفلام السينمائية لنموذج قياس 1: 40 كان موضع الاختبار والتجربة. يزن هذا النموذج نحو 160 رطلاً تستخدم فيه صفيحة دافع فولاذية، والشحنة المتفجرة بوزن رطلين اثنين من مادة C-3 المركبة وقد صنعت بشكل كروي. وقد أخضع هذا النموذج لتجربة أُخرىٰ باستخدام شحنة تزن ثلاثة أرطال». كان الهدف من التجارب التي أُجريت علىٰ هذه النماذج اختبار تصميم الهيكل وليس التحقّق من مقدار تآكل صفيحة الدافع، ومع ذلك فقد أورد مكسون في تقريره: «لم ألحظ تآكلاً في صفيحة الدافع. والملاحظة نفسها تنطبق علىٰ نموذج بقياس 1: 130 الذي تعرّض لأكثر من 50 طلقة ولم تظهر علامة للتآكل». بعد شهر واحد من ذلك التاريخ قام رون بريتر Ron Prater، ضابط المشروع من مركز الأَسلحة الخاصة التابع للقوى الجوية، بزيارة أُخرىٰ لموقع التجارب، وكان تقريره أقل تفاؤلاً، حيث ذكر: «لا تزال التجارب جارية علىٰ نموذج بقطر ثلاثة أقدام في موقع بوينت لوما ولست متيقناً بأن أية تجارب أُخرىٰ علىٰ هذا النموذج سوف تعطي نتائج هامّة».

لم يكن صنع نموذج للتحليق الحر ضمن نطاق العقد الذي وقّعته جنرال

أتوميك مع إِشعاع مشاريع البحوث المتطوّرة. لكن علماء الفيزياء العاملين في مشروع أوريون وجدوا عام 1959 ما يقنعهم بالجدوى النظرية للمشروع وأرادوا الانتقال إلىٰ المرحلة التالية وجعل المركبة تنطلق في الجو. وطبقاً لما يقوله برايان دان، أبدى كارول وولش ملاحظته التالية بعد أن شاهد التجارب التي أُجريت علىٰ النماذج المشدودة بالحبال: «يتعين عليكم أن تجعلوا هذه الآلة تحلّق، عندئذ سوف نعمل علىٰ المضي بتنفيذ هذا البرنامج». وقد تحقَّق صنع نموذج التحليق بفضل دون مكسون الذي وفَّر له دعماً مفعماً بالحماس. يقول آستل: «أجل، وافق عليه. وقال علينا أن نقنع الآخرين بطريقة أَو بأُخرىٰ أن هذا ممكن التحقيق وله جدواه، ذلك أنني في كل مرة اتصل بالمستويات العليا أسمع منهم جواباً لا يتغيّر إِذ يقولون نحن نصنع القنابل لننسف الأشياء ونجعلها قطعاً متناثرة وليس لنجعلها تحلّق وتطير. ولهذا السبب نؤكّد بقوة علىٰ جعل هذا الشيء يحلِّق لنثبت لهم أَنَّه ليس بالضرورة أنيكون استخدام القنابل لنسف كل شيء، بل يمكن استخدام هذه القنابل لأغراض عملية فيها كل الخير. أعتقد أننا نستطيع تحقيق النجاح».

وطبقاً لما يقوله مكسون: «فإِن إِشعاع مشاريع البحوث المتطوّرة هي التي في الأَصل قرَّرت عدم صنع النماذج لكنني كنت أؤمن إِيماناً لا يتزعزع في ذلك حتى أنني خاطرت باحتمال إِحالتي إِلىٰ محكمة عسكرية بتهمة عصيان الأوامر حين قلت لِـ دي هوفمان إِنني شخصياً أعطي التفويض بالمضي في برنامج صنع النماذج شريطة أن تستخدم «الأرباح» المتحقّقة لجنرال أتوميك في السنة الأولى لدفع التكاليف». بيد أن التفويض الرسمي جاء بطيئاً بعدئذ. ويسترجع دون بريكيت Don Prickett في ذاكرته ما جرى حينذاك، ويقول: «كانت مسألة الإِنفاق علىٰ صنع نموذج تحليق مثار جدال، لكننا تدخّلنا وأعطينا جنرال أتوميك الضوء الأخضر لإِنفاق المال الذي لم نكن قد وضعنا بعضه في برنامجنا، وقد كان لنا أصدقاء كُثر في البنتاغون من خلال ARDC فشعرنا أننا نستطيع الاعتماد عليهم لحمايتنا».

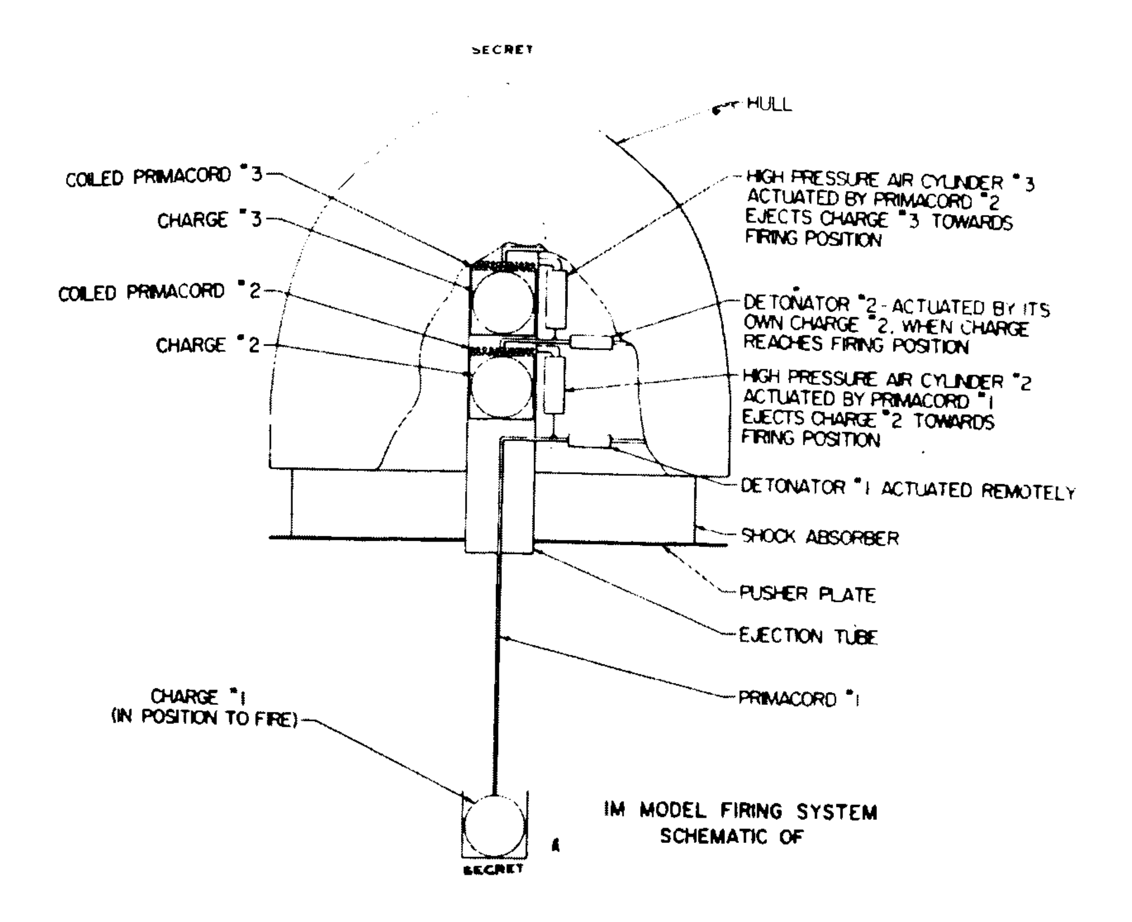
بتاريخ 19 حزيران/ يونيو عام 1959 أدخل التعديل رقم (1) علىٰ بيان الأعمال في العقد الأصلي وكان نصه: «يتوجب علىٰ المتعهد أن يبذل قصارىٰ جهده لبناء نموذج للمركبة بقطر طوله ثلاثة أقدام، وأن يختبره في وضع السكون وفي وضع التحليق الحر وبحيث يكون قادراً علىٰ التحليق الحر باستخدام كمية صغيرة من المتفجرات العالية كقوة دفع». فكان هذا التعديل بالنسبة لاختصاصيي التجارب في بوينت لوما يعني المضي قُدماً بأقصى سرعة، وكان برايان دن رئيس هذا الفريق، حيث يقول: «عملنا بسرعة فائقة واستغرق عملنا هذا نحو خمسة أشهر، ابتداءاً بوميض الفكرة وانتهاء بنموذج التحليق. ولكي نحافظ علىٰ دفق العمل، كان علينا أن نزيد السرعة فهي تجعل الناس أكثر تركيزاً. وكنت أسعى جاهداً لأنهي هذا العمل قبل أن يتنبه له اختصاصيو النظريات ويقرِّروا التدخّل في الصنع والتصميم. وكان فريق العمل يضم إِضافة إِلىٰ دان وآستل وتايلور كلاً من إِد داي Ed Day ومايكل فيني Michael Feeney وورودي سيزينا Rudy Cesena وبيري ريتر Perry Ritter ومايكل أيمز Michael Ames وريتشارد مورتون Rhchard Morton وريد واطسون Redd Watson وريتشارد غودارد Richard Goddard ومنلي يونغ Menley Young وجيم موريس Jim Morris ور. ن. هاوس R. N. House وليون ديال Leon Dial وو. ب. ماك كيني W. B. McKinney وتشارلز لوميس Charles Loomis وفريد روس Fred Ross.

كان النموذج هذا يزن بشكله النهائي 270 رطلاً كاملاً بما فيه المظروف البالستي، أَو 230 رطلاً بدون ما كانوا يسمونه «الذراع الساخن». وكانت توجد فيه نافذة ضيقة بين الشحنات لكنها قوية جداً بحيث تكفي لإِقلاع النموذج، كما كانت الشحنات قوية جداً بحيث تنسفه إِلىٰ أشلاء قطع متناثرة. وقد قال أحدهم: «وجدنا الشحنة بوزن 3 أرطال كثيرة التدمير، والشحنة بوزن 2,7 رطل قوية أكثر مما ينبغي، وبالتالي استخدمنا شحنة تزن 2,3 رطلاً في جميع التجارب». لكنهم قبل أن يتوصلوا إِلىٰ هذه النتيجة صادفوا الكثير من الإِخفاق المريع. وكان ثمة أيضاً شيء من التوتر بين الحاجة لاتخاذ إِجراءات احتياطية

للسَّلامة والضغوط التي شعروا بها لإِنجاز العمل في وقته المحدَّد. واتخذ دان قراره بتعيين بيري ريتر رئيساً لفريق العمل في بوينت لوما، وفي ذلك يقول: «إِن جيري رجل متهور وليس من ذلك الصنف من الأشخاص الذين تريدهم أن يضعوا صاعق التفجير. أعتقد أن إِجراءات السَّلامة التي أردت إِضافتها جيدة جداً ولهذا السبب فأنا حي أُرزق». وقد رد عليه آستل مذكراً إِياه بسجله النظيف الخالي من أية حوادث. فكان جواب دان: «هنا في هذا المكان يجب أن تكون لنا إِجراءاتنا الخاصة بالسلامة، فنحن لسنا في حرب مع أحد. وربما أكون قد ٱنتهكت من هذه الإِجراءات أثناء الحرب عن اليمين وعن الشمال».

لكن التحدي الرئيسي في صنع نموذج التحليق، الذي لا يفترض فيه أن يتحمل التآكل المتسبب عن الانفجارات النووية، أَو أن يُجهز بماصات الصدمة لحماية الطاقم البشري، كان مشكلة عوقت العمل في التصميم ذي الأبعاد الحقيقية، وهي كيفية إِخراج ولفظ القنابل من أوكارها. يتحدَّث دان عن رأيه في تلك الرسوم الابتدائية لمركبة أوريون فيقول: «كل ما تراه هو صورة لصفيحة الدافع بدائية المظهر، ولا أحد يحاول رسم صورة للطريقة التي من خلالها يمكن وضع القنابل الذرِّيَّة في مواضعها». وقد حاول فريق العمل في بوينت لوما أن يزودوا النموذج قياس 1 : 130 بكدسة مكونة من شحنتين، كانت برأي آستل: «لم تكن مجدية، الشحنة الأولى انفجرت أما الشحنة الثانية فقد توتدت ولم تنفجر». وقد اقتنع دان من أجل نزع فتيل الشحنة الحية بضرورة وضع تصميم لإِخراج القنبلة من موضع تكديسها يكون بمقدوره علىٰ الأَقل علىٰ إِرجاع الشحنات إِلىٰ وضعها السليم في حال عدم نجاح عملية الإِخراج هذه، هذا إِن لم تكن الآلية المقصودة مضمونة النجاح.

وقد استخدمت في النموذج ذي القطر بطول متر واحد سلسلة من الشحنات عالية التفجّر ـ صُنعت يدوياً علىٰ هيئة كرات بحجم ثمرة الكريفون وضعت علىٰ وسادات من مادة البوليسترين إِسفنجية القوام داخل علب بحجم

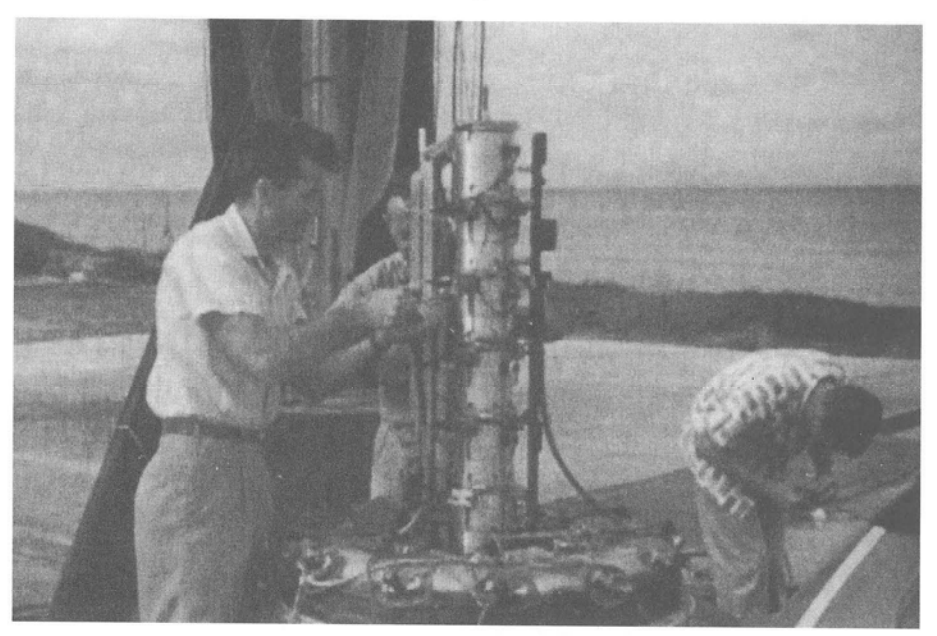


نموذج تحليق بقطر متر واحد: مخطط منظومة الإطلاق. لاحظ الغلاف البالستي الخارجي المشار إليه بكلمة hull «بدن المركبة».

علبة القهوة ـ أُخرجت من مواضعها في كدسة مركزية ونحو منطقة الوسط في صفيحة الدافع علىٰ فترات تفصل بين الفترة والأُخرىٰ مدة ربع ثانية. يقول دان «كانت درجة الحرارة سيئة جداً وكذلك كانت الصدمة». ذلك أن كل واحدة من تلك العلب تعرّضت للصدمة الناجمة عن انفجار العلبة التي سبقتها ومن ثم التخلّص منها والعبور بسلام من خلال بقايا ذلك الانفجار لكي تصل إِلىٰ مسافة قُدِّرت مسبقاً لكي تتفجر أسفل المركبة. يقول دان: «كان أمامنا مساران محتملان تندفع الشحنة عبرهما. الأول، أن تسلك سبيلها عبر المسحوق الأسود غير أن حرارة الغاز المتواجد في أنبوب التسليم ترتفع كثيراً بسبب الانفجارات السابقة. والسبيل الآخر هو استخدام الغاز ـ وقد استخدمنا غاز

النيتروجين ـ الذي يبرد عند التمدد، وبهذه الطريقة تلتقي موجة الصدمة غازاً بارداً يخفِّف ضغط الصدمة المتزايد في داخل الأنبوب». وكان لكل علبة منها صفيحة دافع صغيرة خاصة بها متصلة بالمادة الإِسفنجية الماصة للصدمة فتشكِّل وسادة للانفجار. وبسبب الانفجار تتفتت صفيحة الدافع هذه إِلىٰ شظايا، مما يشكِّل خطراً علىٰ كل من يتواجد خارج المنازل قرب نموذج التحليق «وقد اكتشفت قطع تناثرت جراء الانفجار ضمن زاوية قدرها 10 درجات من الخط الشاقولي وباتجاه الأسفل كما كان متوقعاً من تصميم هذه العلب».

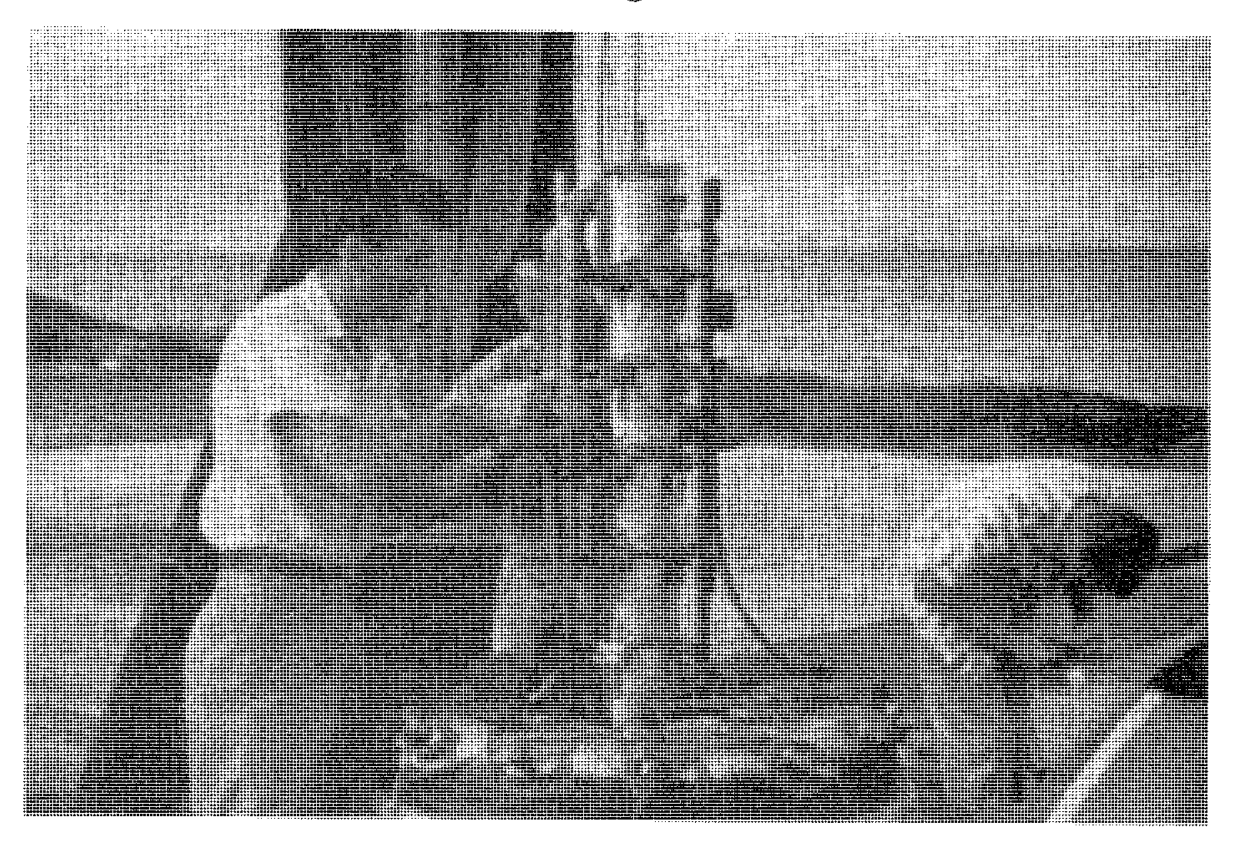
كان من المحتم أن تتوضع هذه الشحنات الخمس، ولكل واحدة منها قوة تكفي لتدمير طائرة ركاب ضخمة في الجو، بحيث تتفجر علىٰ التسلسل. وهذه مشكلة تشبه عملية وضع المصائد لصيد خمسة فئران علىٰ التوالي دون أن تصيد المصيدة الواحدة فأرين معاً. وقد جاء فيما كتبه دان في هذا الشأن: «وقد تقرَّر إِعطاء الأولوية الأولى لمقتضيات السَّلامة بأقصى درجة ممكنة لمنظومة التفجير وذلك بسبب طبيعة هذه المنظومة وما تشتمل عليه من أخطار محتملة، ولما تفرضه من ضرورات القيام بعدد كبير من العمليات الخاصة بالتعامل مع مواد ذات تفجير عالٍ وفتيل تفجير وPrimacord». وفي هذه الأثناء نجد أن التوقيت والتحويل وآلية السلامة/ التسليح تعتمد جميعاً علىٰ تركيبة معقَّدة من الإِلكترونيات والميكانيك وضغط الهواء وذلك بغية ضمان تفجر الشحنات عندما تخرج من مواضعها أثناء التحليق، ولا تتفجر إِذا حصل توتد في آلية القذف أَو في حال تحطم النموذج. وكل وحدة نبضة تحتوي علىٰ طول معين حسبت قياساته بدقة من فتيل التفجير بحيث يمتد من لفافته ويتبع الشحنة. وعندما تصل هذه العلبة مع فتيل التفجير إِلىٰ منتهى طوله، كما الحبل السري، يتم تشغيل المفتاح الخاص داخل السفينة، يقوم فتيل التفجير، وبصورة إِفرادية، بإِشعال نواة مادة PETN عالية التفجير، ذلك أن فتيل التفجير يعمل بواسطة مكثف خاص به. ويوضح ذلك دان بقوله: «نعقد البريماكورد Prima Cord عقدة



ريتشارد غودارد ووالت انغلند وو.ب. ماك كيني يهيئون النموذج بقطر متر واحد للتحليق

مضاعفة. وتنطلق موجة التفجير من خلاله بسرعة 6000 م/ ثا، وعندما تصل إِلىٰ العقدة تنتقل إِلىٰ المرتبة العالية من السرعة بكل تأكيد». وإِذا سارت الأمور علىٰ خير ما يرام، فإِن تفجير الشحنة الأَخيرة يطلق قذيفة بندقية تقذف مظلة هبوط بقطر 14 قدماً مخزونة في مقدمة المركبة.

وبالرغم من كل هذه الأجهزة من مثل الزناد وفتيل التفجير والأطوال المعينة من كابلات Primacord الخاصة بالمواد عالية التفجير فإِن هذا الاختراع بكليته يجب أن يتضمن كافة وسائل السَّلامة لعمل الفنيين قبل تجهيزه للطيران والتحليق وأن لا يشكل أي خطر عليهم عند اقتراب أحد منه فيما بعد لو سقط وتحطم وما زال فيه شيء من الشحنات الحية ضمن الكدسة، كما حصل في معظم الأحيان. يقول دان في تقريره: «إِذا أخفق التحليق للنموذج ولم تكن جميع الشحنات قد تفجرت، فمن المهم جداً أن نعرف أَنَّه لا توجد أية شحنة



ريتشارد غودارد ووالت انغلند وو.ب. ماك كيني يهيئون النموذج بقطر متر واحد للتحليق

مضاعفة. وتنطلق موجة التفجير من خلاله بسرعة 6000 م/ ثا، وعندما تصل إلىٰ العقدة تنتقل إلىٰ المرتبة العالية من السرعة بكل تأكيد». وإذا سارت الأمور علىٰ خير ما يرام، فإن تفجير الشحنة الأَخيرة يطلق قذيفة بندقية تقذف مظلة هبوط بقطر 14 قدماً مخزونة في مقدمة المركبة.

وبالرغم من كل هذه الأجهزة من مثل الزناد وفتيل التفجير والأطوال المعينة من كابلات Primacord الخاصة بالمواد عالية التفجير فإن هذا الاختراع بكليته يجب أن يتضمن كافة وسائل السَّلامة لعمل الفنيين قبل تجهيزه للطيران والتحليق وأن لا يشكل أي خطر عليهم عند اقتراب أحد منه فيما بعد لو سقط وتحطم وما زال فيه شيء من الشحنات الحية ضمن الكدسة، كما حصل في معظم الأحيان. يقول دان في تقريره: «إذا أخفق التحليق للنموذج ولم تكن جميع الشحنات قد تفجرت، فمن المهم جداً أن نعرف أَنَّه لا توجد أية شحنة

علىٰ أي من مكثفات التخزين. وإِذا وضع مقاوم تجزئي عند مكثف الإِطلاق فإِنَّه يتيح تفريغ وتسريب الشحنة ببطء، وهذا يؤكد لنا أَنَّه بعد خمس عشرة دقيقة لا تتبقى طاقة كهربائية كافية لإِشعال فتيل التفجير». إِضافة لذلك توجد جملتان في كتيب تعليمات «إِجراءات السلامة في موقع بوينت لوما للتجارب» المؤلَّف من أربع عشرة صفحة وضعت تحتهما خطوط للتأكيد علىٰ محتواهما. تقول الجملة الأولى: «لا يجوز بحال من الأَحوال أن يقترب أحد من المنطقة قبل ظهور إِشارة «سالك»» وتقول الثانية: «لا تحاول البتة أن تقطع الكبل Primacord بقطاعة أَو مقص فولاذي».

وقد صنعت أغلفة النماذج ذات القطر متر واحد البالستية من مادة الفيبرغلاس، أُشير إِليها في جميع الرسوم الهندسية بكلمة «hull، البدن» وهذا ما أعطاها الشبه القريب من المركبة الفضائيَّة التي تخيلها جول فيرن Jules Verne في رحلته إِلىٰ القمر. لكن للأسف واجهتهم المتاعب أثناء محاولتهم إِقلاع المركبة. يقول دان: «سمعنا ذلك الهدير العظيم للانفجار، لكن هذا الشئ اللعين لم يتحرَّك. ظل قابعاً في مكانه غارقاً في بحر من الغاز قليل الكثافة». كان فريمان دايسون يأتي إِلىٰ بوينت لوما في عطل نهاية الأسبوع ليشهد عمليات الإِطلاق. وقد أشار في ملاحظة ذكرها بتاريخ 11 آب/ أغسطس عام 1959: «أعتقد أن علينا أن نوقف هذه التجارب إِلىٰ أن نحقِّق تسارعاً مقداره (g1) علىٰ الأَقل». ويبدو أن دان قد وافقه الرأي، إِذ يقول: «أخذت بنصيحة فريمان وغيّرت جميع افتراضاتي. فالطريقة التي بها نجعل هذا الشئ يتحرّك أن نحضر حوضاً ونضع بعض مسحوق البارود ـ كمية ضئيلة منه، نحو رطل واحد ـ في وعاء حريري علىٰ هيئة حلقة، خرج صوت انفجار عالٍ وأقلع مرتفعاً في الجو ارتفاعاً رائعاً. واستطعت أن ألحظ حركة الهواء البارد تحت صفيحة الدافع».

الجدير بالذكر أن المذكرات التي دوّنها دان ابتداء من صيف عام 1959 تعطينا سجلاً يؤرّخ للمصاعب التي صادفتهم، وتغلبوا عليها وأفضت بالتالي إِلىٰ

سلسلة من التحليقات الناجحة، حيث جاء ما يلي: في 3 حزيران/ يونيو: «ضرر كبير أصاب ماص الصدمة من خلال الثقوب في أنبوب خروج القنبلة. ارتفع النموذج في الجو نحو 5 أقدام تقريباً». في 5 آب/ أغسطس: «تمزّق في الغلاف البالستي ناجم ظاهرياً عن خروج كميات زائدة من الغازات عن المادة المتفجرة ودخولها إلىٰ الغلاف عبر الثقوب في النهاية العلوية لأنبوب خروج القنبلة. وقد زاد في هذه المشكلة خطأ في الطبقة الرابضة علىٰ الغلاف. أخفقت علبة الشحنة رقم 2 وتوتدت داخل أنبوب الخروج، ولم تنفجر. آلية السلامة/ التسليح عملت جيداً. أثناء سقوط النموذج أصاب الضرر أنبوب الخروج ومنظومة السلامة/ التسليح». بتاريخ 27 آب/ أغسطس: «خرجت الشحنة رقم 3 من موضعها لكنها لم تنفجر لأن آلية نزع السلاح عملت قبل أوانها». وبتاريخ 31 آب/ أغسطس: «جميع الشحنات خرجت من مواضعها وتفجرت، وكان انفجاراً ناجحاً. ومرة أُخرىٰ وقعت أضرار كبيرة لماص الصدمة والبطانة». بتاريخ 10 أيلول/ سبتمبر: «فقد سجل آلة التصوير وتحطمت آلة التصوير بسبب قوة التسارع العالية. ضرر كبير أصاب الصفيحة الحلقية. وقليل من الأَضرار وقعت علىٰ البطانة النايلون لماص الصدمة. جميع سجلات الصور فُقدت ما عدا Fastax بسبب الشظايا التي قطعت خط التحكّم عند 1,5 ثانية». بتاريخ 20 أيلول/ سبتمبر: «فُقد التسارع لأن الشحنة رقم 2 لم تنفجر، وفقد النموذج ارتفاعه ولم تفتح المظلة في زمن كافٍ لتوقف السقوط الحر. أضرار كثيرة لحقت بالنموذج جراء السقوط. أضرار حصلت في آلية السلامة/ التسليح فتوتدت هذه الآلية وهي في وضعية التسليح». بتاريخ 17 تشرين الأول/ أكتوبر: «خرجت العلب (1) إلىٰ (5) من مواضعها بنجاح وتفجرت جميعاً عدا العلبة رقم 5. وبما أن إِصبع إِطلاق المظلة متوضع علىٰ التوازي مع فتيل العلبة رقم (5)، لم تنفتح المظلة. ولحقت أضرار كبيرة بالنموذج جراء السقوط وأُصيبت آلية السلامة / التسليح بأضرار وتوتدت وهي في وضعية التسليح. استخدمت شحنة التدمير لإِبعاد كبل Primacord لتفادي حصول أية أخطار من

عملية نزع التسليح». وبتاريخ 14 تشرين الثاني/ نوفمبر: «كان التحليق جيداً وناجحاً من جميع النواحي. وصل إلىٰ ارتفاع 185 قدماً. ٱنطلقت المظلة عند ذروة المسار، وهبط النموذج بسلام دون حصول أية أَضرار له».

وبتاريخ 16 تشرين الثاني/ نوفمبر أرسل برايان تقريراً أكثر تفصيلاً إلىٰ فريمان الذي عاد قبل هذا التاريخ إلىٰ برنستون، جاء فيه: «أتمنى لو كنت معنا يوم السبت الفائت لتشارك في الاحتفالات التي أُقيمت في بوينت لوما. لقد حلّق النموذج Hot Rod، وحلّق، وحلّق. لا نعرف حتى الآن إلىٰ أي ارتفاع وصل، لكن تيد الذي صعد الجبل ليشهد التحليق قدّر هذا الارتفاع بنحو 100 قطر وذلك بحساب التثليث العيني. انفجرت الشحنات الست بكل دقّة وبصوت هدير لم يسبق لهما مثيل. أعتقد أن كافة هذه الحقائق مسجّلة لدينا. وأظن أنك تدرك الآن أن السرعة (V0) جيدة (حوالي 20 قطراً بالثانية بواسطة شحنة حلقية تزن رطلاً واحداً من مركب صيني قديم). ٱنطلقت المظلة بكل دقة عند ذروة المسار وهبطت بهدوء دون أن تُصاب بخدش أمام الكوخ المحصن الخاص بالمراقبة. ويمكنك أن تتخيل مدى الحماس الذي ملأ صدور الناس هنا. ونعتزم أن نقيم حفلة شمبانيا بهذه المناسبة يوم الأربعاء في مقر سرية المدفعية. كما نعتزم أن نعرض هذا النموذج في معرض خاص في غرفتك».

وقد سجل جيري آستل هذا التحليق التاريخي بفيلم تبلغ سرعة تصوير 4000 صورة بالثانية مستخدماً آلة تصوير Fastax تُعد نسخة متطورة جداً لآلة التصوير المثبتة علىٰ البندقية التي استطاع أن يأخذها أثناء الحرب. وعندما بدأت جنرال أتوميك القيام بتجارب علىٰ متفجرات عالية، استعار جيري آلة تصوير Fastax من شركة Convair، وفي ذلك يقول: «آلة التصوير Fastax التي استعرتها كانت ذات الطراز القديم. تضع بداخلها فيلماً طوله 400 قدم، إذا ضغطت علىٰ زر التشغيل تبدأ بالتصوير حتى ينتهي الفيلم بداخلها إذ ليس في تصميمها زر للتشغيل والإِيقاف». وفيما بعد ابتاعت جنرال أتوميك آلة تصوير خاصة بها

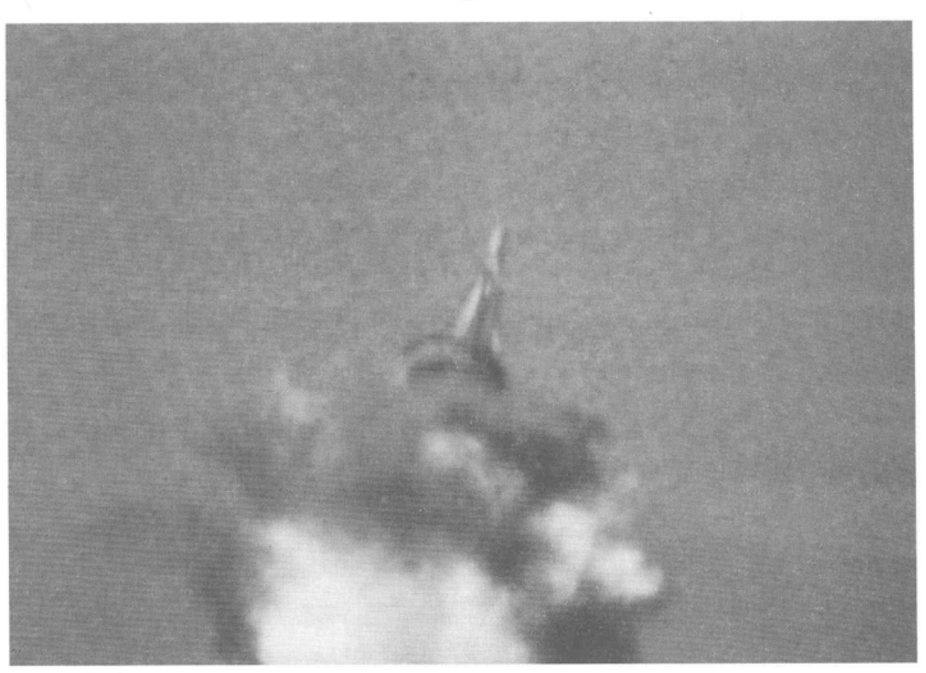
وكانت طراز Fastax ولديها الإمكانية لتصوير 8000 صورة بالثانية، وبهذه الآلة سجل آستل كل شيء ولم تفته صورة واحدة، حيث يقول: «عندما أقوم بتصوير الفيلم السينمائي، يكون كل شيء عادة في حركة مستمرة. الجميع يذهبون للاختباء في الخنادق، والغبي الوحيد الذي يبقى خارج الخندق هو أنا، إذ يتعين عليّ أن أشغّل آلات التصوير». كما أجرى آستل مونتاجاً للفيلم أضاف إليه العناوين والرسوم البيانية وأنتج فيلماً طوله ست دقائق، وهذا ما أبقى المشروع حياً في أذهان الجميع مع انتهاء عام 1959. ويضيف آستل إلىٰ ذلك قوله: «وانتهينا من هذا الفيلم بعد أن انتهت تجارب نماذج التحليق، وأخذه الزملاء إلىٰ إشعاع مشاريع البحوث المتطوّرة حيث تم عرضه هناك. وكان ثمة جدال ومناقشات شتى قبل عرض الفيلم. قال تيد بعد انتهاء العرض «لم يسبق أن رأينا هدوءاً بمثل تلك الروعة. الجميع جلسوا صامتين فقد عقدت الدهشة ألسنتهم، رأوا القنابل التي تفجر وتدمّر كل شيء تعمل قوة دافعة ترفع شيئاً ما عالياً في الجو ثم يهبط ذلك الشئ إلىٰ الأَرض دون أن يصيبه أذى أَو ضرر».

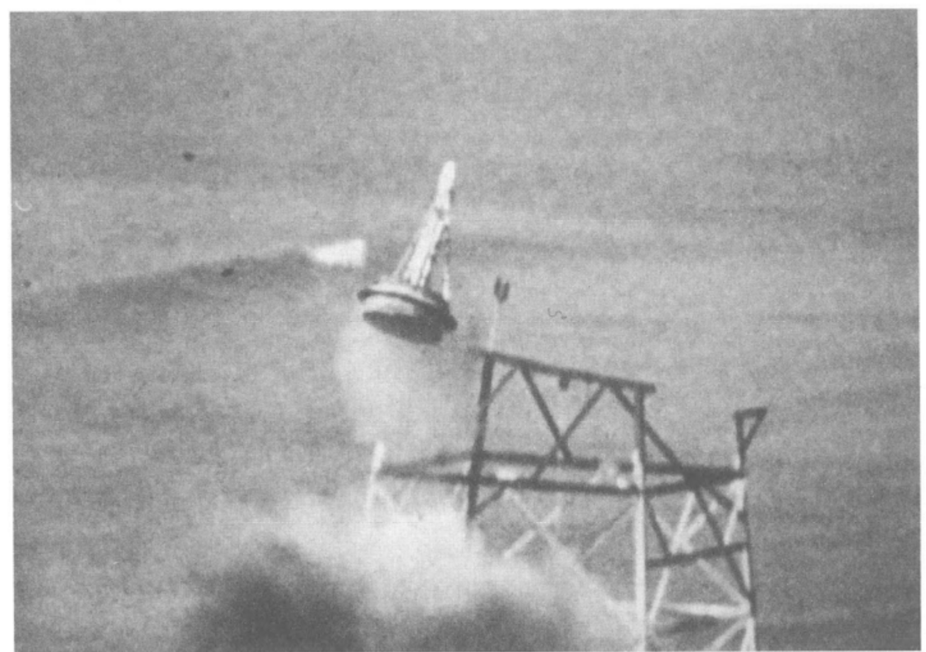
وفي هذا الإطار يقول الجنرال المتقاعد إد غيلر Ed Giller عندما شاهد الفيلم عام 1999 أي بعد أربعين عاماً من تصويره: «يبدو هذا الأمر وكأن فيه شيئاً من الإفراط. من المدهش حقاً أن نرى ذلك الشئ بقي علىٰ حاله بعد كل تلك التفجيرات العالية، ويظل يعمل. لا أصدّق ما أراه». والواقع أن تلك التجربة كانت التحليق الأخير لنموذج المتر الواحد، ذلك أن السكان المقيمين في جوار موقع بوينت لوما بدأوا يشتكون ويتذمّرون من الضجيج فاْضطر العاملون في مشروع أوريون للانتقال إلىٰ مكان بعيد خارج المدينة. حيث عثر كارول ولش علىٰ موقع جديد يبعد نحو ستة أميال إلىٰ الداخل من شركة جنرال أتوميك، وذلك في منطقة تدريب هجرتها فرقة مشاة البحرية اسمها كامب إليوت Camp Elliott قرب منطقة سيكامور كانيون Sycamore Canyon. كانت سابقاً مزرعة لإنتاج الألبان يملكها السيد غرين Mr Green مساحتها نحو 1012 فدان وبها منزلان صغيران وحظيرة للماشية وعدد كبير جداً من الأفاعي

«كان يلتقطها بعض العاملين في برنامج التجارب بالعصي ويضعونها في حظيرة محاطة بشباك شبيهة بتلك التي توضع حول حظائر الدجاج. وأذكر أنني رأيت نحو عشرين منها»، كما يقول تيد.

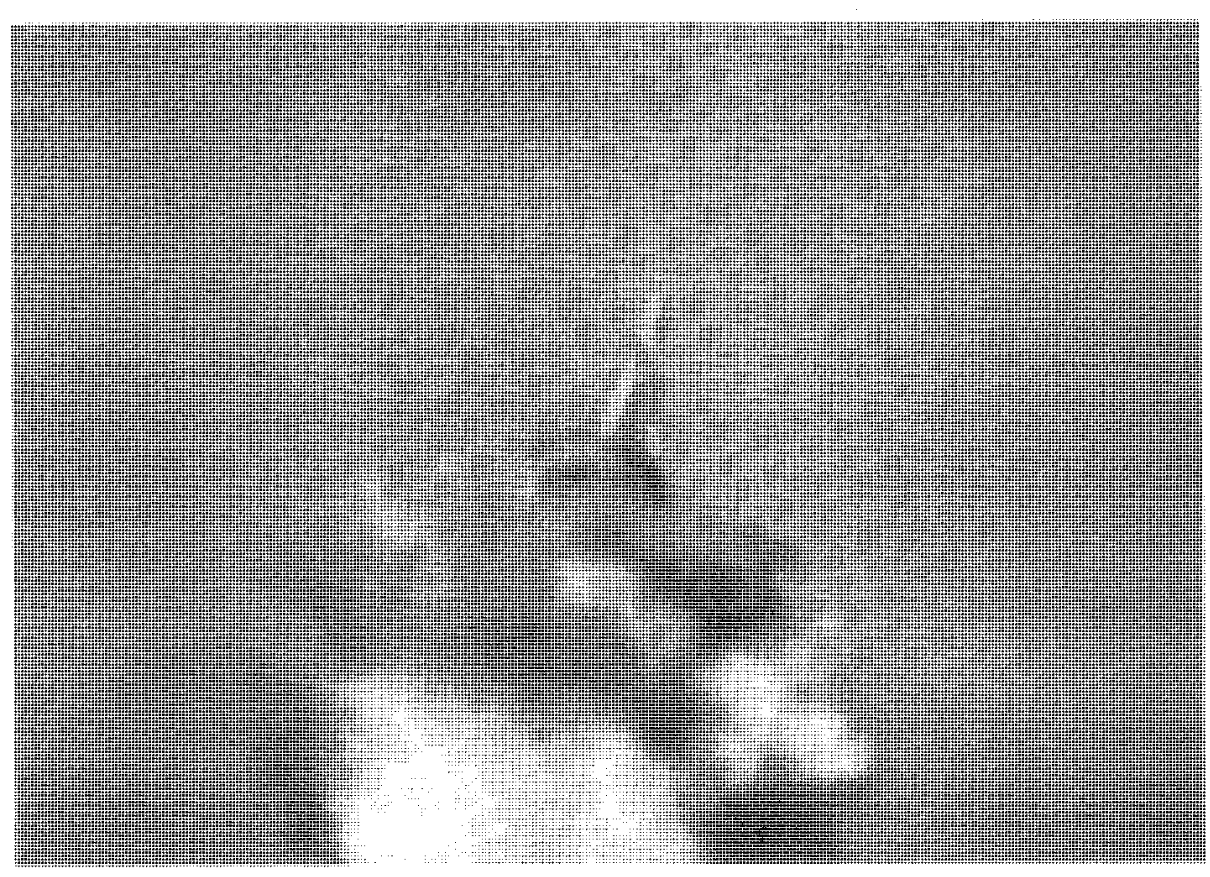
كانت مزرعة غرين منعزلة، ولم يكن ثمة سكان يقطنون في جوارها، لذلك توفرت الفرصة لطاقم العمل في مشروع أوريون أن يصنعوا ما يشاؤون من ضجيج دون أن يتذمّر أحد. وقام برايان دان، وفي مرحلة لاحقة، هوارد كراتز Howard Kratz بإِنشاء موضع لإِطلاق تيارات نفاثة من البلازم تحرّكها المتفجرات علىٰ أهداف من عينات لصفيحة الدفع، ولكن لم تجر أية محاولات أُخرىٰ للتحليق بدفع من المتفجرات. يقول دان: «طلبت إِلىٰ مايك أيمز Mike Ames أن يخبئ النموذج بقطر المتر الواحد في مزرعة غرين، وفي الطابق الثاني من حظيرة الأبقار، وفي هذا المكان بقيت. فالاختصاصيون بالتجارب قوم متوحشون، وأدركت أن أحدهم سوف يحتاج في يوم من الأيام إِلىٰ قطعة من صفيحة الألومنيوم، وخشيت أن يدخلوا ذلك المكان ويعملوا تقطيعاً في هذا النموذج. وهكذا بقي النموذج في مخبأه من عام 1959 حتى عام 1979». وعندما رُفعت السرية جزئياً عن مشروع أوريون قام دان بمشاركة مسؤول العلاقات العامة في جنرال أتوميك إِيرل زمرمان Earl Zimmerman بإِيداع هذا النموذج الذي يحمل اسم Hot Rod في متحف سميثسونيان Smithsonian. وفي مرحلة لاحقة حاول المتحف أن يقنع شركة غلف أويل Gulf Oil، المالك الجديد لشركة جنرال أتوميك، أن تتبنّى إِقامة معرض لهذا النموذج، لكنها رفضت، وفي ذلك يقول دان: «لم تشأ شركة غلف أويل أن يرتبط ٱسمها بأي شيء له صلة بالقنابل».

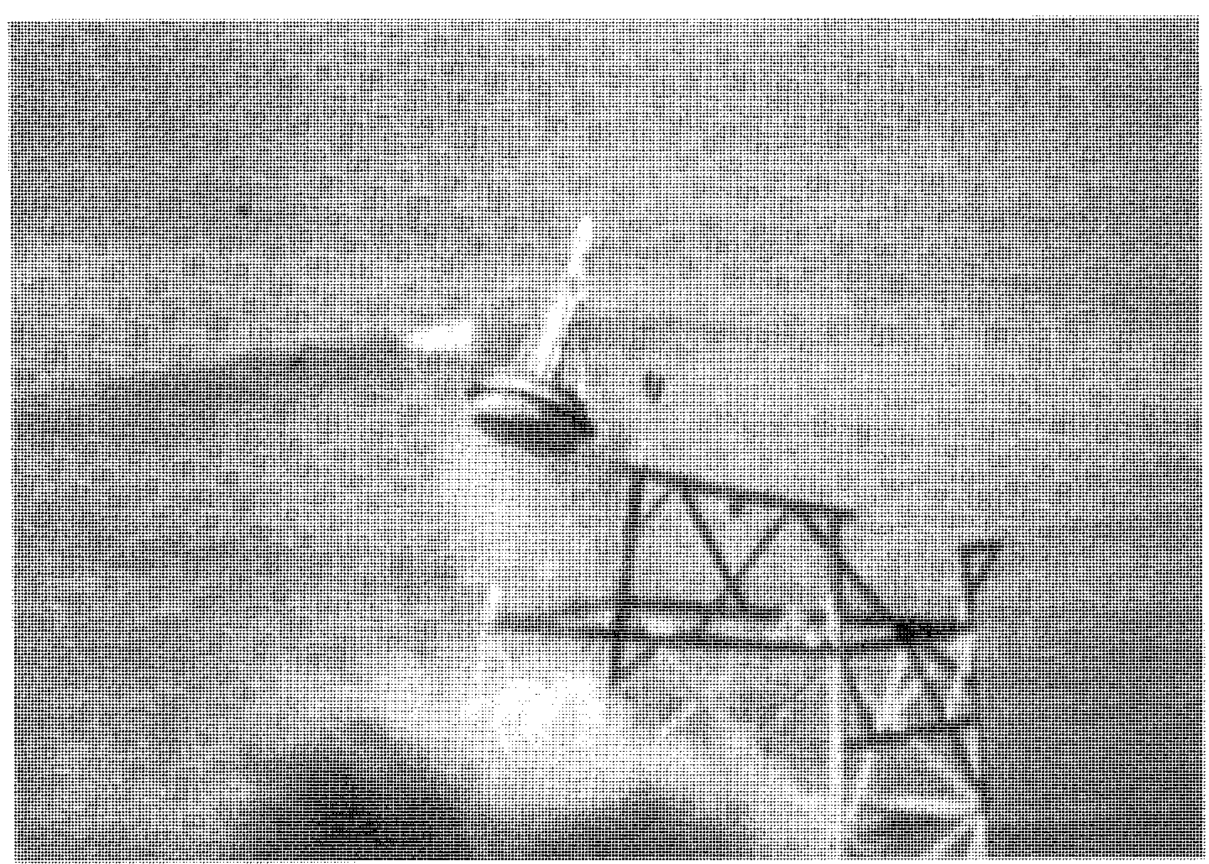
وعلىٰ أية حال لم يقدم ذلك النجاح الذي حققته تجربة نموذج يزن 300 رطل ويعمل بقوة دفع من متفجرات عالية أي دليل مقنع بشأن جدوى مركبة فضائيَّة تزن 4000 طن تعمل بقوة دفع من القنابل النووية. غير أن تجارب





النموذج Hot Rod ذو المتر الواحد وقد رُفع عنه الغلاف البالستي ينطلق من برج أطلس للتجارب وارتفاعه 75 قدماً، تشرين الثاني/ نوفمبر 1959.





النموذج Hot Rod ذو المتر الواحد وقد رُفع عنه الغلاف البالستي ينطلق من برج أطلس للتجارب وارتفاعه 75 قدماً، تشرين الثاني / نوفمبر 1959.

التحليق هذه ساعدت في إِقناع المسؤولين في قيادة القوى الجوية (وفيما بعد المسؤولين في وكالة ناسا NASA) بأن هذا المشروع جدير بالاهتمام، وهذا ما شكّل مصدر إِلهام لفريق العمل بالمشروع في عام 1959. فقد جاء في ملاحظات دوّنها فريمان في وقت لاحق: «كان الغرض من صنع نماذج لتجارب التحليق أن تثبت وتبين أن مركبة تمتلك المكونات الهندسية نفسها التي تمتلكها سفينة فضاء بأبعادها الحقيقية وإِنما بشكل بدائي غير منظور بما في ذلك صفيحة الدافع وماصات الصدمة ومنظومة القذف يمكن أن تصنع بحيث تعمل بالشكل الصحيح. لقد كانت التحليقات والنماذج التي صنعت لهذه الغاية أجمل ما في المشروع. كان لدينا موقع للإِطلاق عند سفح الجبل تغطيه الشجيرات المزهرة ونبات الصبّار ويطل علىٰ المحيط الهادي. كنا في أغلب الأحيان نذهب إِليه في الصباح الباكر من أيام السبت وننصب النموذج المُعد للإِطلاق، ونبدأ العد التنازلي عند الظهيرة. وكثيراً ما كنت أسائل نفسي ماذا يظن بنا أولئك البحارة الذين يمخرون عباب البحر في عصر أيام السبت عندما يرون جسماً غريباً يرتفع في الجو لفترة قصيرة من الزمن منطلقاً من منصته ثم ينفجر ويتفتت إِلىٰ ألف قطعة. ولا أزال أحتفظ بدرج مكتبي بكيس يحتوي قطعاً صغيرة من الألومنيوم جمعتها عقب واحدة من تلك التجارب لأثبت لنفسي أن كل هذه الذكريات الجميلة كانت واقعاً ملموساً وليست مجرد أحلام».

16

أَحلام مهندسين

يقول برايان دان وهو يسترجع ذكرياته عن العمل في المشروع: «لا توجد مدرسة نستطيع الذهاب إِليها لنتعلم كيف نصنع هذا النوع من السفن، لذا شرعنا بالعمل من تلقاء أنفسنا». وكان تصميم مركبة أوريون يسير وفق قوانين الفيزياء من جهة وقوانين الاقتصاد من جهة أُخرىٰ، فعمل المهندسون بين هاتيك المجموعتين من القوانين، وذلك قبل أن تتدخّل في المشروع العقبات السياسية.

في غضون أسابيع قليلة بُعيد إِطلاق القمر السوفياتي سبوتنيك استقر رأي تيد تايلور ومارشال روزنبلوث علىٰ تصميم لمركبة تزن عند إِقلاعها 4000 طن. وظل هذا الوزن نموذجياً لمركبة أوريون إِلىٰ أن أضيف إِلىٰ ذخيرة التصميم في عام 1961 نسخ منه أصغر حجماً وذات دفع كيماوي. ويسائل تيد نفسه قائلاً: «لماذا وقع اختيارنا علىٰ وزن 4000 طن وليس 5000 طن؟ لست أدري. هكذا حصل. أظن أن ما دفعنا إِلىٰ ذلك هو فكرة اعتباطية بأن ما يحرِّك المركبة حمولة قنابل قدرها 1000 طن، ومجرد الخروج عن المقاييس التي اْعتاد الناس عليها».

ولكن، ثمة سببان معقولان غير هذه الحمولة من القنابل يحتمان أن تكون أوريون بهذه الضخامة. أولهما الحماية والوقاية من الإِشعاع، إِذ يتوجب أن

يوضع في المركبة أكبر قدر ممكن من المادّة التي تمتص أشعة غاما والنيوترونات فيما بين الطاقم البشري والقنابل. يوضح فريمان ذلك بقوله: «تزداد مشاكل الحماية سوءاً وبصورة سريعة كلما صغر حجم المركبة، ذلك أن فاعلية الدرع الواقي تتزايد أُسيّاً مع سماكته. وإِذا كانت سماكة هذا الدرع نحو بضعة أقدام فأنت في وضع سليم. أما إِذا كانت السماكة قدماً واحدة فالوضع رهيب، والفارق كبير جداً». إِذن في المركبة الضخمة تتيح كتلة الهيكل والقنابل الاحتياطية والمؤن المنزلية الحماية الكافية للطاقم في حين تشكّل أية إِضافة تُضاف إِلىٰ درع الحماية كلفة كبيرة علىٰ حساب حمولة القنابل.

وثانياً، إِن صنع قنابل ذرِّيَّة ذات مردود منخفض عمل في غاية الصعوبة ناهيك عما يشتمله من هدر. وكلما صغرت كمية المادّة الانشطارية ازدادت صعوبة انضغاطها إِلىٰ الكثافة الحرجة، وحتى إِن وصلت إِلىٰ هذه الكثافة الحرجة تصعب الحيلولة دون تعثّر وإِخفاق الانفجار الناتج. ويفسِّر فريمان هذه الظاهرة بقوله: «تكون الأَسلحة النووية عادة ضئيلة الفاعلية وكثيرة التكلفة إِلىٰ حد الإِسراف عندما يكون المردود من الانفجار أقل من كيلو طن». ولم يعطِ إِيضاحات أكثر. وبالرغم من عبقرية تيد الفذَّة التي تجعله يستخلص أكبر كمية قنابل من أقل كمية ممكنة من اليورانيوم أَو البلوتونيوم، إِلاَّ أَنَّه توجد نقطة تشير إِلىٰ مردود متناقص جداً إِذا تجاوزتها المادة الانشطارية فإِنها لا تتناقص. وتبقى كلفة الانفجار نحو الداخل ومنظومة فتيل التفجير هي ذاتها، أَو ربما تزداد. يستطيع المرء أن يتوصل إِلىٰ مردود أدنى لكن هذا الأمر يتضمن هدراً في الوقود وربما ينجم عنه قنبلة أكثر تلويثاً بفعل الغبار الذرِّي. وقد جاء في تقرير وضعه دون مكسون إِثر زيارة قام بها إِلىٰ جنرال أتوميك رافقه فيها لو آلن بعد انتهاء الشهر الأول لإِبرام العقد مع إِشعاع مشاريع البحوث المتطوّرة في شهر تموز/ يوليو عام 1958: «أما بالنسبة للقنابل فهم يأملون أن يتفادوا مشاكل التلوّث الناجمة عن البلوتونيوم من خلال استخدام كميات أكبر من المواد عالية التفجّر

فلا يضطرّون لاستخدام البلوتونيوم بل يستخدمون خليطة أورالوي Oak Ridge Alloy Oralloy التي تتكون من اليورانيوم عالي التخصيب، حيث يشكِّل اليورانيوم U-235 93٪ من عناصرها.

إِذا فجرت قنابل ذات مردود كيلو طن واحد من مسافة بعيدة بما يكفي لتظل محتفظة بطاقتها، وفي الوقت نفسه قريبة بما يكفي لتعطي طاقة كبيرة ضمن الزاوية المقابلة للمركبة عندئذ يلزم وجود صفيحة دافع تكون ذات ضخامة معينة تلتقط النبضة دون أن تتسارع إِلىٰ سرعة تزيد عما تستطيع ماصات الصدمة تحمله. ومن هنا يبين وجود حاجة لصفيحة دافع تزن 1000 طن مثلما هي الرغبة بحمولة قنابل تزيد 1000 طن. ومن هنا أيضاً ظهرت الحاجة إِلىٰ تصميم مركبة تزن مبدئياً 4000 طن. وقد جاء في تقرير مكسون: «لديهم 1000 طن للمركبة ذاتها و1000 طن لصفيحة الدافع». إِذن يتبقى 1000 طن للحمولة و1000 طن للقنابل.

وهكذا وضع تصميم نموذج عام 1959 بحيث يكون وزن المركبة 4000 طن وقطر صفيحة الدافع 135 قدم وبحيث تسير بقوة دفع من قنابل مردودها (5) كيلو طن ـ نسبة منخفضة من الأوكتان العادي بحسب أحدث التطورات التقنية بين أواخر عام 1958 وأوائل عام 1959. غير أن تفاصيل مختلف التصاميم لمركبات تزن 4000 طن لا تزال طي السرِّية التامّة، ولكن من الممكن تقدير القِيَم المتغيرة العامة لهذه التصاميم. يقول فريمان: «عندما كنت أعمل في المشروع، وعندما كنا نجري تجارب الإِقلاع والابتعاد عن سطح الأَرض، كان شكل المركبة يشبه قبة كبيرة الحجم ذات قاعدة مسطحة، وكانت تبدو علىٰ وجه التقريب مثل مقدمة غواصة قطعت عن جسم الغواصة». وفي تصميم وضع في وقت لاحق كانت بارتفاع 200 قدم، وكان وزنها فارغة نحو 1700 طن، وكانت مسافة المباعدة 110 أقدام وهذا يعني زاوية مقابلة لصفيحة الدافع ذات قطر طوله 135 قدم قدرها 60 درجة. وقد انقضى وزن القنابل التي قُدِّرت مبدئياً بنحو 3000 رطل للواحدة إِلىٰ 1870 رطل.

عند تصميم مركبة مثل مركبة أوريون يجد المرء نفسه أمام خيارين: إِما أن يختار القنابل التي تناسب المركبة، أَو أن يصمِّم مركبة تكون ملائمة للقنابل. أيهما يأتي أولاً، الدجاجة أم البيضة؟وفي وقت يكون فيه الوقود النووي نادر الوجود كما كان في عام 1958، يبدأ المرء بالبيضة. وقد كان تيد تايلور يعرف جيداً كيف يضع تصميم الحد الأدنى من القنبلة. وبعدئذ يقوم المرء بوضع تصاميم الوقود الدفعي بحيث يجري توجيه أكبر قدر ممكن من الطاقة الناتجة عن القنبلة نحو البؤرة، ومن ثم يوضع تصميم المركبة بحيث تتلقى أكبر قدر ممكن من الطاقة من السحابة المتكونة من الوقود الدفعي. ولدينا في علم الفيزياء ما يرشدنا إِلىٰ طريقة توجيه التيار النفَّاث للوقود الدفعي نحو البؤرة بإِحكام شديد، وهذا بدوره يحدِّد القطر الذي يجب أن تكون عليه صفيحة الدافع عند مسافة معينة من القنبلة. وفي الوقت نفسه تتيح لنا فيزياء تأثيرات الأَسلحة معرفة طريقة تقدير طول المسافة بين الصفيحة والقنبلة وبالتالي مقدار النبضة القادمة إِلىٰ هذه الصفيحة، وذلك عند معرفة درجة حرارة سحابة الوقود الدفعي وتوزّع كثافتها.

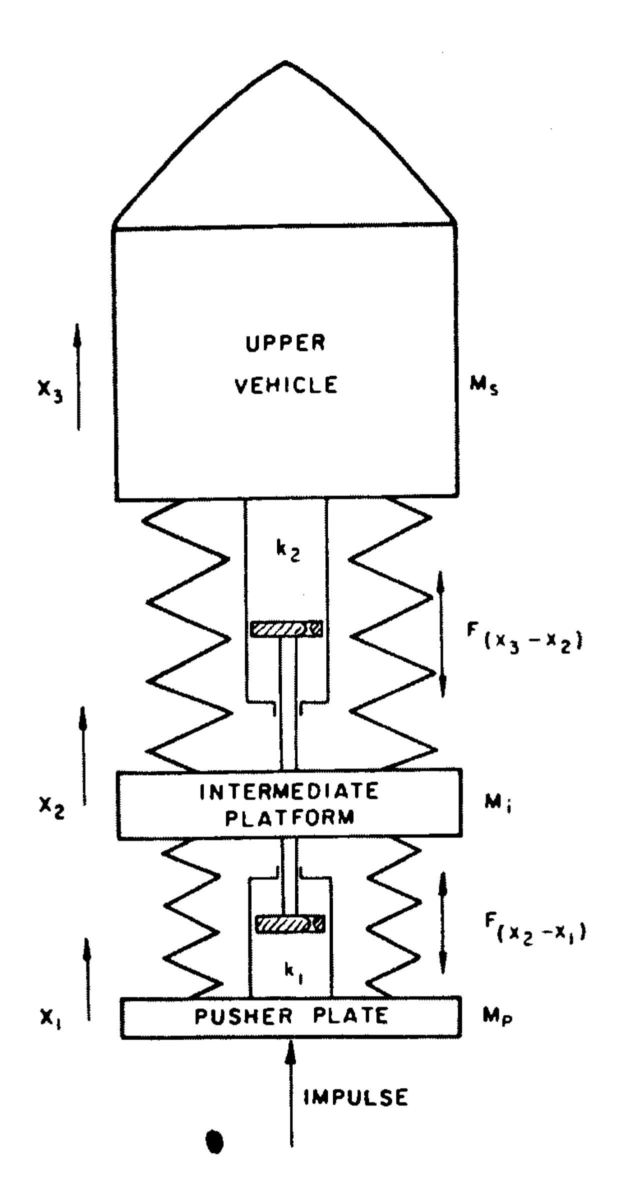
وإِذا استثنينا دراسة مسألة التآكل في الصفيحة، يبقى أمامنا ثلاث مسائل هامّة تتعلّق بهندسة صنع المركبة، وهي: (1) كيف يكون شكل صفيحة الدافع وكم وزنها وقوتها بحيث تستطيع تحمّل الضربات المتلاحقة؟ (2) كيف يجري امتصاص الصدمة الناتجة وتضمن نظاماً مكوّناً من كتلتين أَو ثلاث كتل بحيث يكون التسارع النهائي محتملاً من قبل الطاقم؟ (3) مشكلة اختيار القنابل وكيفية تخزينها وقذفها من مواضع التخزين وتمركزها وتفجيرها.

لقد وجدوا من غير اللائق أن يقضي علماء ذرة يتقاضون أجوراً عالية جل وقتهم يحسبون ويدرسون إِجهاد الإِنثناء في الصفائح الفولاذية، كما كان خطراً جداً أن يطلب إِليهم تصميم الآلية الخاصة بقذف القنابل النووية. فجاؤوا بمهندسي ميكانيك ومهندسي طيران وملاحة جوية لتقديم العون في هذا

المجال. يقول تيد إِنَّه قبيل انتهاء عام 1959 «بدأت قيادة القوى الجوية تشعر بالضيق والقلق إِزاء مشروع يعمل فيه علماء الفيزياء كل شئ، ولا يوجد فيه مهندس واحد. وهكذا تم تعيين جون وايلد John M. Wild مديراً للمشروع في جنرال أتوميك، حيث كان يعمل في منشأة Mach 20 للنفق الخاص بالرياح التابع لقيادة البحوث والتطوير الجوي في تولاهوما Tullahoma بولاية تنيسي. وهو المؤسِّس المشارِك لمعهد هندسة الطيران التابع لجامعة كورنيل، وكان كبير مهندسي الطيران في نورثروب Northrop أثناء تطوير الطائرات من الطرازات P-61 وB-35 وB-49. ثم ازداد عدد المهندسين، ورغم ذلك ظل علماء الفيزياء محتفظين بسيطرتهم علىٰ المشروع، والفضل في ذلك يعود إِلىٰ تيد تايلور وفريدي دي هوفمان، من ناحية ومن ناحية أُخرىٰ لأن المشروع لم يحصل علىٰ الموافقة الخاصة بإِجراء التجارب النووية التي تشتمل علىٰ العمل الهندسي الحقيقي بدلاً من مجرد النظريات.

يمكن تقسيم التصميم إِلىٰ جزأين متميزين: ما يحدث تحت، وما يحدث فوق، صفيحة الدافع. فالذي يحدث تحت هذه الصفيحة عمل فيزيائي بحت، وما يحدث فوقها عمل هندسي. ولكن عندما وصل الفيزيائيون إِلىٰ سطح صفيحة الدافع حيث تتحوّل الأشياء من يد الفيزيائيين إِلىٰ أيدي المهندسين لم يتوقفوا ليعطوا المجال للمهندسين، بل تابعوا عملهم وانتقلوا إِلىٰ مرحلة وضع مسودات تصميم المركبة قبل مجئ المهندسين. والجدير ذكره أن الفيزيائيين العاملين في مشروع أوريون كانوا من الشباب والسبب في ذلك أن عدداً كبيراً منهم تلقّوا شيئاً من هذا التدريب إِبان الحرب وفي لوس ألاموس ناهيك عن حقيقة أُخرىٰ تفيد بأن الشباب أكثر ميلاً للموافقة علىٰ الالتحاق بمشروع يصعب علىٰ الكثيرين تصديقه مثل المشروع الذي نهض به تيد. أما في العمل الهندسي فالأفضلية تكون لذوي الخبرة والحكمة.

كانت صفيحة الدافع أول الأعمال الهندسية، تلك التي وصفها فاينمان



مركبة أوريون ذات الكتلة الثلاثية ومنظومة النابض الثنائي. ينبغي توخي الدقَّة في ضبط الكتلة النسبية وتذبذب النبضة والتخميد.

بعبارته الشهيرة «الفطيرة في السماء». وكان دينيس و. فيربلانك Dennis W. ver Planck أول مهندس متفرّغ للعمل في المشروع. يبلغ من العمر اثنين وخمسين عاماً وأستاذ هندسة الميكانيك في معهد كارنيجي Carnegie للتكنولوجيا. يقول فريمان: «في تلك الأيام كنا نقول عن كل شخص تجاوز الأربعين إِنَّه عجوز كبير السن. وكان فيربلانك يمتلك خبرة واسعة في الصناعة الجوفضائيَّة، وحاول أن يفرض نوعاً من النظام البيروقراطي علىٰ تلك الفوضى التي عمّت

مشروع أوريون. لقد كان حقاً مهندساً ممتازاً». وبدأ في دراسته لصفيحة مسطحة في شهر تموز/ يوليو من عام 1958. وقد جاء في تقرير مكسون المؤرِّخ في هذا الشهر نفسه: «الفكرة الحالية تقضي بأن تكون الصفيحة هذه قرصاً مسطحاً من الفولاذ تبلغ سماكته 4 بوصات، وقطره 120 قدماً. سوف تطبّق عليه نبضة الضغط لمدة $\frac{1}{3}$ ميلليثانية. سوف يكون الضغط في مركز القرص يزيد عن مقدار الضغط عند الحواف بمعدل 20٪، وسوف يحدث جهداً قدره 50000 رطل للبوصة المربعة. وستكون الإِزاحة عند حافة القرص نحو بضعة أقدام، وهذا قليل بالمقارنة مع حجم القرص». لقد كانت أبعاد صفيحة الدافع تتناسب طرداً مع صنج قطره 18 بوصة وبسماكة وسطية قدرها $\frac{1}{16}$ من البوصة أَو أقل قليلاً. وقد بُذلت جهود كثيرة في محاولة التنبؤ كيف سيكون رنين هذا الصنج لو كان وزنه 1000 طن. يقول مكسون: «كانوا يدرسون أشكال الذبذبات ذات التردّد المنخفض. والترددات بحدود ثانية واحدة. والطاقة التي تعبر هذه الترددات صغيرة جداً».

في غضون ذلك، كان الفيزيائيون الذين يدرسون مسألة التذرية والتآكل يعرفون أَنَّه غبعد أن تلامس سحابة البلازما صفيحة الدافع فإِن تدرج الضغط الجانبي فوق سطح الصفيحة المسطحة سوف يولّد انسياباً للمادة الساخنة جداً نحو الأطراف. لذلك يجب أن تكون صفيحة الدافع هذه منحنية لكي تقلِّل إِلىٰ الحد الأدنى هذا الانسياب نحو الجوانب ولكي تقلِّل أيضاً من تأثيرات التآكل المضطرب. وهذا الانحناء يشبه غطاء وعاء الطبخ أَو غطاء عجلة السيارة. وإِذا وضع المرء طبقاً أَو وعاء يعلوهما الشحم تحت رذاذ ماء ساخن فإِن أول ما يحدث هذا النظافة وزوال الشحم. غير أن الصفيحة المقعرة يجب أن تتحمّل الإِجهاد الطوقي، وهذا ما يعقّد التصميم. ومن جهة أُخرىٰ ينبغي أن توفر ماصات الصدمة إِسناداً متساوياً من جميع الجهات أمام هذا الجهد المتحد المركز.

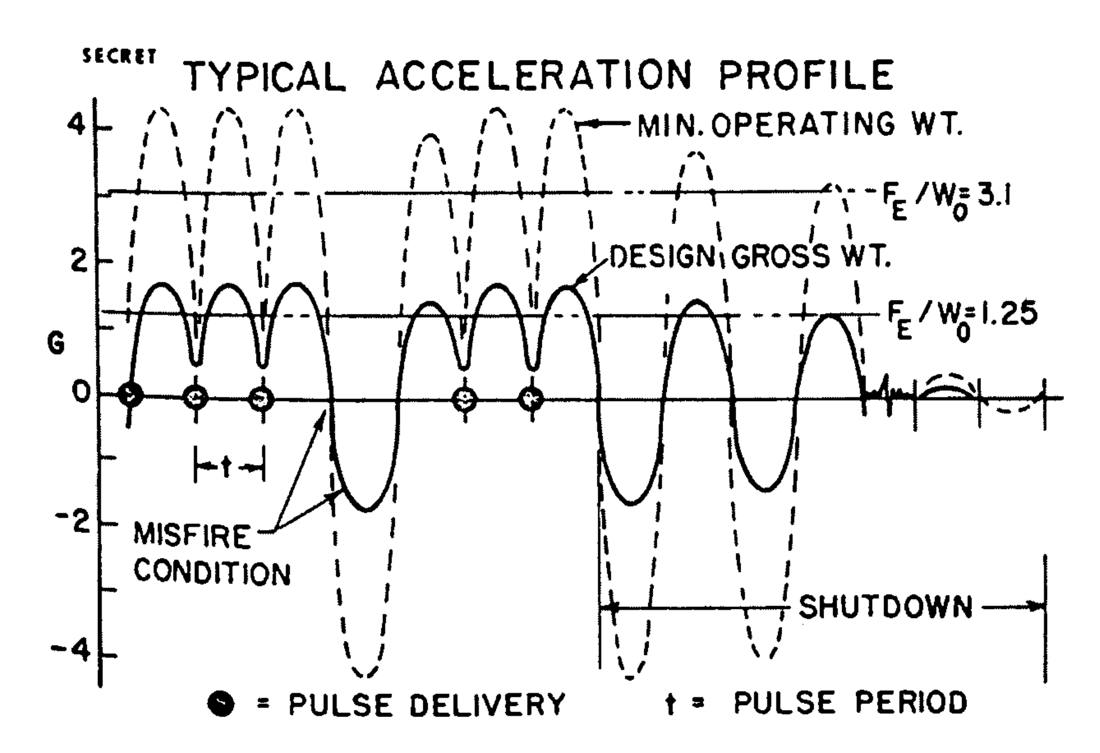
وٱزداد عدد أفراد فريق العمل في أوريون من ستة أفراد إِلىٰ أربعة وعشرين في عام 1959، حين عيّن المهندس كارلو ريباربيللي Carlo Riparbelli البالغ من العمر تسعة وأربعين عاماً وأُسندت إِليه مهمة دراسة وتحليل وتحسين السلوك الميكانيكي لصفيحة تزن 1000 طن تتعرّض لانفجار مردوده (5) كيلو طن وضربات متلاحقة بمعدل ضربتين في الثانية. ولد كارلو ونشأ في روما، وكانت أمه طبيبة نسائية ووالده يعمل في البلاط الملكي. يصف حياته في روما فيقول: «تمتعت بحياة سعيدة وهنيئة في مرحلة شبابي». تخرج مهندساً مدنياً عام 1933 وحصل علىٰ درجة اختصاص بهندسة الطيران عام 1934، ثم عمل لدى شركة Caproni Aircraft Company، وعُيِّن ضابطاً برتبة ملازم ثان في سلاح الهندسة التابع للقوات الجوية الإِيطالية بعد أن أدَّى خدمته الإِلزامية في ليبيا أثناء الحرب العالَمية الثانية. وفي مرحلة لاحقة قبل انتهاء الحرب عُيِّن كبير مهندسي التصميم في شركة كابروني Caproni التي كانت حينذاك تحت إِشراف الألمان الذين يصفهم بأنهم «أكثر اقتداراً ـ وغدت الشركة أكثر نظاماً بعد أن انتهى عهد الفوضى الإِيطالية». وبعد أن وضعت الحرب أوزارها جاء إِلىٰ جامعة كورنيل Cornell حيث عمل أستاذاً مساعداً، ثم ٱرتحل غرباً ليعمل لدى شركة كونفير Convair خلال فترة إِجازة من الجامعة. وحين سمع بمشروع أوريون تقدّم بطلب للعمل فيه وحصل علىٰ وظيفة في شركة جنرال أتوميك بعد مقابلة أجراها له تيد تايلور، فترك العمل بالجامعة. يتذكر أيامه الأولى في هذه الشركة ويقول: «كنا جميعاً في غاية الحماس لهذا الشئ. وكنت أشعر أيضاً بشئ من الخوف حين وجدتني وسط جماعة من الناس يختلفون عني كلياً، فأنا مهندس». وكان أول ظهور له أمام الفيزيائيين في هذا المشروع بمناسبة تقديمه عرض تحليلي لتصميم صفيحة الدافع، حيث يقول: «ألقيت محاضرة أُعجب بها فريمان دايسون فشجعني وقال تعال وحدِّثني في أي وقت تشاء. بعد ذلك زال عني الخوف». توفي كارلو في عام 1999، لكنه طيلة عمله في المشروع كان يحتفظ في غرفته بآلة لصنع القهوة الإِيطالية السريعة «إِسبريسو» كان يقدمها

إِلىٰ جميع أفراد فريق العمل. حين تكلم عن انطباعاته قال إِن فريق العمل بمشروع أوريون يشبه الأوركسترا كل فرد فيها يعزف بأحسن ما يكون العزف، في السنتين الأوليين، بقيادة المايسترو تيد.

وضع ريباربيللي العشرات من التقارير حول تصميم صفيحة الدافع، نذكر منها: «امتداد موجة الشد في البار الواحد عبر تغيير المقطع»، «تحليل التشوهات في هيكل شبيه بالطبق المتمثِّل بشبكة من الجوائز»، «توزع الكتلة والقساوة لصفيحة دافع في مركبة تزن 800 طن»، «امتداد موجة الشد عبر صفيحة الدافع وملحقاتها من ماصات الصدمة»، «الانحرافات الكبرى في قرص عدسي الشكل». وقد اعتمدت دراساته الهندسية علىٰ تقسيم صفيحة الدافع إِلىٰ شبكة متساوية الأضلاع من عناصر بنيوية موحدة وعقد من الكتلة تمثل ما يمكن أن يكون عليه التحليل النهائي للعناصر المستخدمة حالياً في التصميم البنيوي بالاستعانة بالكومبيوتر. وبحسب أقوال كارلو «لم تكن جنرال أتوميك تمتلك جهاز كومبيوتر. ولاحظت أننا سنحتاج إِليه بكل تأكيد، قلت ذلك إِلىٰ تايلور، فوافق وتم شراء واحد وضع تحت إِشراف تشارلز لوميس». وكان ذلك عند قدومه إِلىٰ الشركة أول مرة من شركة كونفير.

كانت الخطوة المفتاحية في تصميم صفيحة الدافع دراسة تشكيل توزّع الكتلة في الصفيحة بحيث تتناسب مع الزخم الموجّه إِليها من القنبلة. وهذه هي الطريقة الوحيدة لمنع الصفيحة من اكتساب تسارع غير متساوٍ وبالتالي من التفتت تحت الجهد الناتج. فالشحنة غير المتوازنة قد تسبِّب كارثة. يقول تيد: «وانتهينا إِلىٰ نتيجة مفادها أن تكون سماكة الصفيحة في وسطها تعادل ثلاثة أضعاف سماكة الحواف. وهنا برز أمامنا السؤال: لنفترض حصول ميلان في الانفجار وأصاب الجزء قليل السماكة من الدافع بالمادة الخطأ، ماذا سيحدث؟» وكان السؤال الآخر ماذا يحدث عند الحواف؟ يقول فريمان: «كنا نتجادل كثيراً بهذا الخصوص، وحول ما إِذا كان علينا أن نضع حافة ناتئة عند الأطراف لمنع

~~SECRET~~



التسارع في مقصورة الطاقم: فترة النبضة 0,86 من الثانية، والتسارع العادي أقل من g2 لكنه يتزايد حتى g4 عندما تكون المركبة فارغة ويصبح سلبياً في حال عدم انفجار القنبلة، ويلزم شحنات بقوة نصف الزخم من أجل إِعادة التشغيل.

الانسياب، أم لا. وفي يوم من الأيام رأينا أمنه من الأَفضل وضع الحافة الناتئة وفي اليوم التالي رأينا أن الأفضل عدم وضعها. إِن فائدة هذه الحافة الناتئة أنك تبقي الضغط عالياً نحو الأطراف، وتحصل على زخم أكبر من كمية الغاز نفسها. أما مساوي هذه الحافة فتتمثَّل في صعوبة حساب التآكل الحاصل عند الأطراف، وإِن حصل التآكل بصورة غير منتظمة فقد تحدث كارثة. لذلك فإِن وضع الحافة الناتئة أمر لا يخلو من الأخطار، وعلى أية حال، فإِن ما يتوجب علينا فعله في حافة الصفيحة هو البحث عن أماكن احتمال حدوث المتاعب. إِذن يحتمل ألا نضع الحافة الناتئة في نهاية الأمر. تلك كانت أشياء نقضي نهاراً بطولة في الجدال حولها».

وثمة سؤال آخر، حالما تبدأ صفيحة الدافع بالتسارع ـ بمعدل يصل إِلىٰ 1000g ـ ماذا يحدث بعد؟ إن أي شيء متصل بقوة في الجانب الآخر منها معرّض للتحطم كما لو أَنَّه طرق بمطرقة ثقيلة جداً تحركها قوة قنبلة ذرِّيَّة. وقد تبين من بعض التجارب التي أُجريت علىٰ مقاطع معينة من صفيحة الدافع أخضعت لشحنات من متفجرات عالية أن المسامير الفولاذية الثقيلة المتصلة بالوجه الخلفي من الصفائح قد تشوهت كثيراً والسبب في ذلك أَنَّها لم تستطع مجاراة تسارع الصفيحة. وهنا يأتي دور نظام ماص الصدمة عن طريق كيس الهواء يكون بمثابة وسادة أولية بين صفيحة الدافع والمنصة المتوسطة التي بها تتصل بقوة ماصات الصدمة الثانوية ذات الأسطوانة والمكبس.

كانت الفكرة الأغولى الاعتماد علىٰ الأكياس الهوائية وحدها، ولكن سرعان ما اتضح أَنَّه غحتى لو تلقت الأكياس الهوائية تلك الصدمة، فليس ثمة ما يمنع هذه الصفيحة من الارتداد خارج المركبة إِلىٰ الفضاء الواسع (أَو يمنع ارتدادها نحو الخلف عائدة إِلىٰ صحراء نيفادا) في حال تعذر انفجار القنبلة التالية من سلسلة القنابل. وقد ذكر مكسون في تقريره أواخر شهر آب/ أغسطس عام 1958: «تقضي أحدث طريقة ابتكروها لمنظومة امتصاص الصدمة باستخدام عدد كبير من أكياس هوائية ذات ضغط منخفض بحيث توضع بين صفيحة الدافع وأرضية المركبة. وهذه ظاهرياً منظومة جيدة وبسيطة فيما عدا حصول خطأ في انفجار إِحدى القنابل». ثم يصف مكسون حلاً بعيد الاحتمال «يتألف، كما يتصورونه حالياً، من ترتيب بالغ التعقيد لكابلات فولاذية ومكابس ومكابح مغناطيسية. وقدّر وزن هذا الترتيب بخمسمائة طن تقريباً متضمناً الأكياس الهوائية ومانعة تعذر انفجار القنبلة». وأُعيد تصميم المركبة إِلىٰ المرسم حيث توصّلوا سريعاً إِلىٰ منظومة امتصاص الصدمة ذات المرحلتين.

يقول تيد: «كنا دوماً نضع نصب أعيننا مثال السيارة حيث تكون العجلات المرحلة الأولى لامتصاص الصدمة، في حين تكون ماصات الصدمة الحقيقية

المتصلة بهيكل السيارة المرحلة الثانية. لهذا فإِن معظم ما يحدث عند المسير علىٰ طريق شديد الوعورة «تتلقاه العجلات بينما تتلقى ماصات الصدمة الاهتزازات الكبرى المشتملة علىٰ قوة إِزاحة كبيرة». وبالنسبة لمركبة تزن 4000 طن تسير بسرعة تتزايد بمعدل 10م/ ثا (20 ميلاً بالساعة) عند كل طلقة قنبلة، فإِنها مشابهة لسيارة ترتطم بصدمة سرعة قدرها 15 قدماً وعلىٰ فترات تفصل نصف ثانية بين الفترة والأُخرىٰ أي ما يعادل 800 مرة علىٰ التوالي. وقد ورد التوضيح التالي في مرجع مؤرخ عام 1963 لنسخة من تصميم مركبة تزن 4000 طن وبقطر طوله 34 متراً (111 قدماً): «تعمل المرحلة الأولى من ماصات الصدمة المؤلَّفة من أَكياس هواء رُتبت في حلقات متحدة المركز علىٰ تخفيض التسارع الأولي للدافع إِلىٰ نحو g100. ومن خلال منصة متوسطة تربط ماصات الصدمة للمرحلة الأولى بماصات الصدمة للمرحلة الثانية المكونة من أسطوانات ومكابس، وهذه بدورها تخفض التسارع الواقع علىٰ الجزء العلوي من المحرك إِلىٰ عدد قليل جداً من g أَو أقل».

عندئذ تصبح المركبة أوريون منظومة دينامية مكوَّنة من ثلاث كتل ونابضين، ذات سلوك معقَّد اعتماداً علىٰ توزّع الكتلة وفترة النبضة ومقدار التخميد ومكانه في هذه المنظومة. وقد وضع كارلو ريباربيللي واحداً من أفضل التقارير عن أوريون بعنوان «دراسة القِيَم المتغيرة ـ الأسطوانة والمكبس» قدم فيه تحليلاً لأبسط حالة وهي مركبة ذات كتلتين ونابض واحد، ووضع أرقاماً لقِيَم متغيرة في النتائج. ويوضح ذلك بقوله: «يتألف النظام الميكانيكي موضع دراستنا من أسطوانة ومكبس، حرة في الفضاء. والسرعة الابتدائية المفترضة للمكبس وعلاقة ذلك بالأسطوانة يمكن تصورها بأَنّها ناجمة عن نبضة مفاجئة تقع علىٰ السطح السفلي (الخارجي) للمكبس. فيتناقص تسارع المكبس بفعل ضغط الغاز في حين يتزايد تسارع الأسطوانة، تشكّل دراسة هذه الحركة النسبية موضوع هذا التقرير». وقد أُرفق بهذا التقرير برنامج Fortran. ولكي يتخيل

المرء مركبة أوريون في حالة العمل والتشغيل يجب عليه أن يتصور ليس فقط سلسلة الانفجارات التي تحدث بداخلها، بل وأيضاً حركة المركبة المتموجة والإِيقاعية وهي تسير منطلقة في الفضاء.

لقد كان السلوك الدينامي لمركبة أوريون موضع دراسة طوال سبعة أعوام، وبصورة خاصة من جانب كونستانت دافيد Constant David، المهندس الفرنسي الذي انضم إِلىٰ فريق العمل في أواخر عام 1958، حيث يقدم لنا التوضيح التالي: «عندما تنتقل الصدمة إِلىٰ منظومة ذات بنية مرنة تتولجد موجة ضغط تظل تروح وتجيء داخل هذه المنظومة إِلىٰ أن تخمد بالنهاية. ومن المفيد أحياناً أن نجري تقييماً لمقدار الطاقة المختزنة في هذه المنظومة أثناء عملية التخميد وبصورة خاصة إِذا كانت الصدمة تتكرّر علىٰ فترات غير متباعدة... وعندما تنتقل زيادة الزخم إِلىٰ هذه المنظومة من خلال تلامسه مع واحدة من الكتلتين لفترة قصيرة من الزمن وبحيث يتم تسليم النبضة الدافعة كلها قبل أن تحدث إِزاحة يمكن تقديرها للكتلة التي لامستها». وقد جاء هذا الإِيضاح في تقريره بعنوان «الحد الأدنى من ضياع الطاقة في منظومة نابض من كتلتين». وقد ضبطت التوافقيات في التصاميم اللاحقة بحيث يكون تأرجح الماصات الثانوية للصدمة بمقدار نصف شوط فيما بين الانفجارات في حين يكون تأرجح الماصات الأولية للصدمة بمقدار $4\frac{1}{2}$ شوط. وكان التوقيت ذا أهمية بالغة. وقد جاء في نهاية تقريره الذي وضعه في شهر كانون الأول/ ديسمبر عام 1964 «يسمح بتفاوت في توقيت الانفجار قدره 10 م/ ثا (مقارنة مع 4 م/ ثا في دراسة سابقة). ولهذا أهميته القصوى». وقد تابع كونستانت دافيد إِجراء تجاربه بعد إِغلاق العمل بالمشروع في عام 1965 لدراسة مجموعات ماصات الصدمة ذات الأكياس الهوائية المخفضة في مزرعة غرين ومنشأة تجارب المتفجرات العالية التابعة لجنرال أتوميك، ويدرس السلوك الرنيني لمركبة أوريون بالحجم الكامل مستعيناً بكومبيوتر تماثلي ضخم موجود في شركة كونفير.

ولكن هناك أربعة أسئلة رئيسية تتعلّق بماصات الصدمة، هي: كيف يمكن تحقيق شوط طويل بصورة كافية؛ وما إِذا كان ينبغي صنعها بحيث تكون تبديدية أم لا، وكيف يتم ضبط الرنين وماذا يمكن فعله حيال قنابل لا تنفجر. وكانت مجموعات قوانين ومعادلات فورتران Fortran لكومبيوتر طراز IBM 7044 الخاصة بتمثيل سلوك ماصات الصدمة تخضع لتطورات في اتجاهين منفصلين هما ماصات الصدمة اللاتبديدية، وماصات الصدمة التبديدية وذلك حتى تاريخ شهر كانون الأول/ ديسمبر عام 1964. يقول تيد: «لم يكن رأينا قد استقر بعد حول عمل منظومة امتصاص الصدمة بالرنين أم لا. يستطيع المرء أن يختار أشياء كثيرة عند الأداء، إِذا فعلنا ذلك بطريقة الرنين، بمعنى أن صفيحة الدافع تتحرّك نحو الأسفل فتعطي الارتداد للمركبة، أي تتحرك نحو الأسفل بسرعة عالية، وعند هذه الحركة نطلق القنبلة. والسؤال: لنفرض أن القنبلة لم تنفجر، عندئذ سوف تتابع حركتها هذه، لذلك يتعين علينا في مثل هذه الظروف أن نرتب الأمور بحيث تتجاوز الصفيحة مداها بشكل لا يحدث فيه أي تدمير وبعامل قدره (2) من حيث المسافة ثم تعود وتخمد أَو تقفل وتقول «حسن أخطأنا واحدة» وأعتقد أن معظم الناس يفضلون الإِقفال. وبهذه الحالة تتحرّك نحو الأسفل، وتعود لموضعها، وتقول «حسن، لنبدأ من جديد». لذلك يتوجب أن يكون لدينا شحنات ذات نصف زخم تعمل علىٰ عدم إِيقاف الصفيحة عندما تتحرك نحو الأسفل، بل تعمل علىٰ تحريكها إِلىٰ الأعلى».

ولكن ماذا عن إِخفاق تفجّر القنبلة أثناء الإِطلاق الأولي من الأَرض إِلىٰ المدار؟ يقول فريمان: «لقد فرضنا علىٰ أنفسنا قانوناً ينص أن مثل هذا الإِخفاق يجب ألا يكون مميتاً. ونحن لا نقبل إِطلاقاً أن إِخفاق تفجّر قنبلة واحدة يضعنا في موقف ينتهي به عملنا. وتلك واحدة من هذه المشاكل الكبرى. يجب تصميم ماصات الصدمة بحيث توجد طريقة تمنع صفيحة الدافع من الانفلات والتطاير نحو الفضاء إِن أخفقت قنبلة في انفجارها. لا بد من وجود طريقة

تتلقف صفيحة الدافع وتعيدها إِلىٰ مكانها، وهذا يعني صعوبة إِضافية في تصميم ماصات الصدمة».

ويقول تيد: «كانت أسئلتي التقنية حول ما إِذا كانت مركبة أوريون سوف تعمل كما خططنا لها مقيدة كلياً بالميكانيك المعقّد، وليس بما دعوناه مشكلة التآكل الكبرى، فهذه مشكلة يمكن حلها. إِنها حقاً مرتبطة بمتاعب تحصل في السيارة ولا نعرف كنهها، هذا طبعاً إِذا كانت السيارة بالغة التعقيد».

لكن فريمان يقر ويعترف: «لقد كنا حقاً غير ناضجي العقل والتفكير ونحن نظن أن جميع هذه الأشياء سوف تعمل».

17

كوكاكولا

كانت القذيفة التي تحدث عنها جول فيرن في مغامرته القمرية موضوع روايته «من الأَرض إِلىٰ القمر» والتي تنطلق بفعل المتفجرات قد وصفت بتحملها لضربة واحدة توصلها إِلىٰ سرعة الانفلات من الجاذبية الأَرضية. وقد اختار لهذه القذيفة منظومة ماصات الصدمة الهيدروليكية التبديدية، رتبت الماصات فيها في طبقات متعددة، تشبه إِلىٰ حد بعيد ما تصوره فيزيائيو أوريون بخصوص تكديس أنابيب هوائية لا تبديدية، حيث يقول فيرن في عام 1865: «إِن جسم الماء هذا مفصول بعضه عن بعض بحواجز أفقية سوف يتوجب علىٰ الصدمة المتولدة عند الإِنطلاق أن تحطمها واحداً بعد الآخر. عندئذ تشكل كل طبقة من هذا الماء ابتداء من أدناها وحتى أعلاها وهي تجري في أنابيب تصريف نحو قمة القذيفة شكلاً من أشكال النابض. وسوف يشعر الركاب دون شك بقوة ارتداد عنيفة إِلىٰ الوراء عندما تخرج القذيفة كلياً من الماء. غير أن الصدمة الأولى تكون قد انتهت بفعل هذا النابض شديد القوة».

يقول فريمان دايسون: «تكمن الصعوبة الحقيقية في تصميم ماصات الصدمة في كوننا نريد الحصول علىٰ أي شيء بالشوط الطويل بما فيه الكفاية. وذروة التسارع الذي عليك أن تتحمله إِن كنت تجثم علىٰ ماص للصدمة تتناسب طرداً مع مربع السرعة (V^2) مقسوماً علىٰ شوط ماص الصدمة حيث تكون السرعة

(V) التغير الحاصل في السرعة عند كل انفجار. وإن كنت تريد الصول على ضربة جيدة من كل انفجار، على سبيل المثال 10 أمتار في الثانية، وتريد أن تكون ذروة التسارع (g2) أو أقل، فإن شوط ماص الصدمة يجب أن يكون بحدود خمسة أمتار. وهذا شيء كبير، إذ يصعب تصميم ماص للصدمة بمثل هذا النوع من الشوط، والأشياء تحدث فعلاً أزيزاً بحركتها ذهاباً وإياباً. يجب أن يكون ضخماً وكبيراً وأن يعمل بمعدل 500 مرة ودون أن يتاح الوقت الكافي له ليبرد فيما بين هذه المرات». إن سرعة النبضة المعطاة لصفيحة الدافع تتناسب عكساً مع الجزء الخاص بها من الكتلة الإجمالية، لذلك إذا كانت زيادة السرعة المطبقة على مركبة تزن 4000 طن تساوي 20 ميلاً بالساعة عند كل انفجار فإن سرعة النبضة المطبقة على صفيحة تزن 1000 طن تساوي 80 ميلاً بالساعة عند كل ضربة. وهذا الفرق في السرعة الذي يجري امتصاصه في خمسة أمتار يعادل مسير سيارة على طريق غير محدد السرعة بسرعة 60 ميلاً بالساعة وتضطر للوقوف وليس أمامها سوى مسافة تعادل طول السيارة.

يشير المبدأ الناظم لتصميم ماصات الصدمة، الذي ينص على أن التسارع يتناسب طرداً مع مربع السرعة مقسوماً على الشوط، إلى ثلاثة احتمالات ممكنة، هي: زيادة مقدار الشوط؛ وإطلاق قنابل أقل قوة على فترات أكثر تواتراً؛ والقبول بالتسارع الأعلى للمركبة. وقد لُوحظ في النسخ المتأخرة من تصميم المركبة أن التسارع يصل إلى حد أقصى قدره g4 وذلك في حالة واحدة فقط هي عندما تطلق السفينة الفارغة آخر عدد قليل من القنابل أثناء مناورتها للدخول في مدار العودة إلى الأَرض بعد رحلة عبر الكواكب السيارة. وفي الرحلة الطويلة جداً، يمكن أن تتخلّل تلك الأسابيع أَو الشهور من مسير تكون فيه الجاذبية معدومة (صفر g) بضع دقائق من زيادة أَو نقصان في التسارع عند بداية أَو انتهاء كل مقطع من قطاعات الرحلة. وقد تدور المركبة حول نفسها في معظم الوقت دوراناً بطيئاً بغية تحريض جاذبية اصطناعية خفيفة ليتمكن الطاقم من تناول الطعام والشرب والقيام ببعض التمارين للمحافظة على صحتهم. ومرة

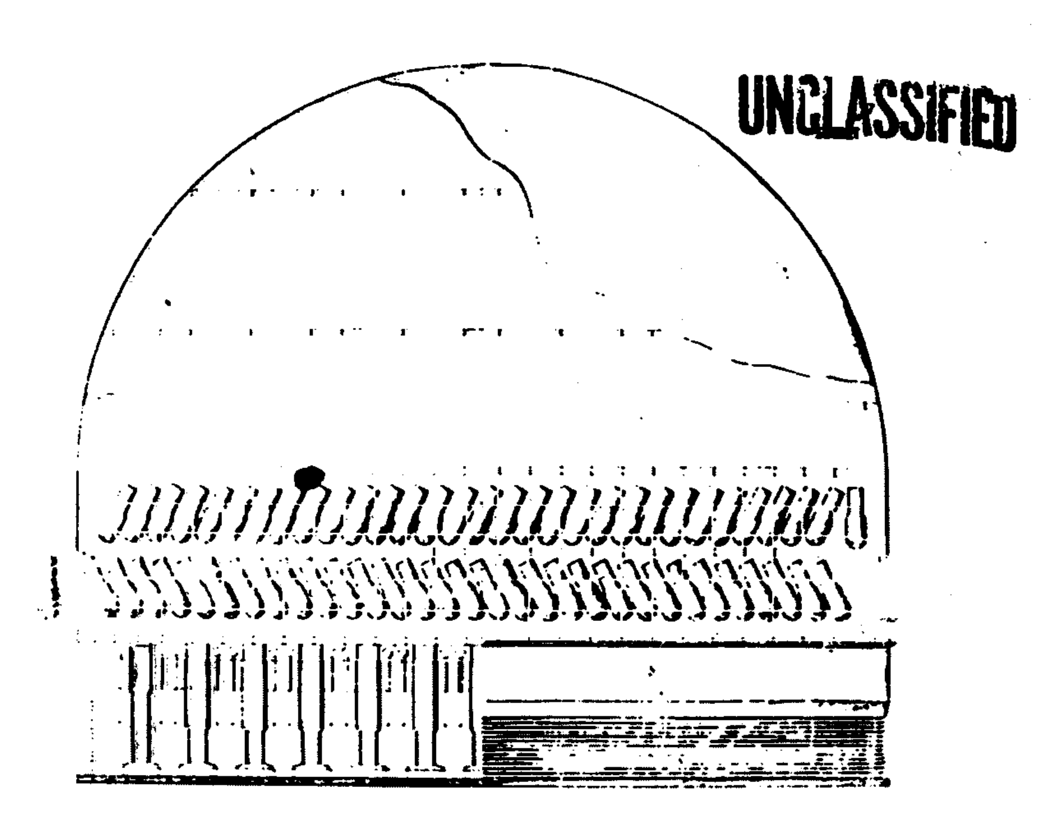
واحدة بين الفينة والفينة يتوجب وضع كل الأشياء جانباً استعداداً للتسارع الارتدادي جراء رحلة تعمل في دفعها قوة القنابل. حتى أن أفراد طاقم المركبة يستطيعون أن ينزعوا أحزمة المقاعد عن أجسادهم بعد الإنطلاقة الأولى للمركبة من الأَرض إِلىٰ مدارها والتي تستغرق ست دقائق فقط، ويتجولوا داخل القمرة الخاصة كما يشاؤوه. فقد كان التفكير في عام 1958 أن فترات قصيرة جداً من التسارع العالي قد يكون مسموحاً به، وربما يكون ذلك من خلال تزويد المركبة بأرائك خاصة للطاقم مثل التي تحدث عنها جول فيرن.

يقول مكسون في تقرير وضعه بتاريخ الأول من آب/ أغسطس عام 1958: «كانوا يدرسون إِمكانية توليد نبضة تعادل (g10) وتدوم لجزء صغير جداً من الزمن بغية التغلّب علىٰ بعض المشاكل التي تعترضهم في تصميم ماصات الصدمة». وبتاريخ 13 آب/ أغسطس بعث العقيد ليونارد إِدي Leonard A. Eddy وهو أحد الضبّاط المشرفين علىٰ مشروع أوريون لدى مركز الأَسلحة الخاصة التابع للقوى الجوية برسالة إِلىٰ المخبر الطبي الجوي التابع لقيادة القوى الجوية يطلب فيها معلومات عن «مقدار التسامح الذي يتحمله جسم الإِنسان إِذا تعرض لتسارع يعادل أضعاف الجاذبية الأَرضية»، موضحاً أن «الدراسات الجارية حالياً بخصوص منظومة دفع تعمل بأسلوب النبضة تشير إِلىٰ أن الأفراد قد يتعرّضون لتسارع قدره (g10) لمدة عُشر الثانية وعلىٰ فترات طول واحدتها ربع الثانية ولمدة عشر دقائق». وقد طلب إِدي «أية معلومات متوفرة بخصوص التحميل الدوري للجاذبية g وأثرها علىٰ جسم الإِنسان وعلىٰ استخدام الأرائك الخاصة بالتسارع، والغمر بالمياه بهدف تلطيف التحميل الجاذبي (g) وإِبقاء أفراد الطاقم في جاهزية وقادرين علىٰ القيام بواجباتهم الضرورية».

والجدير بالذكر أن تسارعاً مقداره g10 لا يمكن أن يتحمله أحد حتى لو كان طياراً استثنائياً، لذلك صرف النظر عن الخطط المشتملة علىٰ تسارع بهذا القدر. يقول فريمان «وقد وضع الحد الأعلى للتسارع A8g وذلك لأن من

المفترض أن تحمل المركبة أشخاصاً وأدوات علمية». وأما المتغير الباقي فيتعلق بعدد المرات التي تخرج بها القنابل عن مواضعها وتتفجر. يتذكر تيد تلك الدراسات ويقول: «كنا نتنقل كثيراً بين منظومة دفع الشحنات وبين عدد مرات الإِطلاق، إِطلاق ضعف عددها مع تغيير نصف السرعة لكل شحنة من أجل التغيير الإِجمالي نفسه، وهذا بالطبع يؤثِّر في التسارع الإِجمالي». يعني العدد الأكبر من القنابل رحلة أكثر راحة. وهذا يشبه الانتقال من ركوب سيارة فورد ذات أربع أسطوانات للركوب في سيارة شيفروليه ذات ثمان أسطوانات 8-V. وقد ذكر مكسون في ملاحظة له وضعها في أواخر شهر تموز/ يوليو عام 1958: «إِنهم الآن يفكرون جدياً بتخفيض الفترة بين القنابل إِلىٰ $\frac{1}{4}$ الثانية ومضاعفة العدد الإِجمالي. وبهذا يقلِّلون كثيراً من مشاكل ماصات الصدمة، ناهيك عن تخفيف التحميل علىٰ صفيحة الدافع ذلك أن ناتج القنابل سوف ينخفض بعامل (2)». وكانت المشكلة تتعلق بخروج القنابل عن مواضعها والاقتصاديات: وهذا يعني أن إِطلاق القنابل بضعف عدد المرات يساوي صعوبة أكبر من الضعف، والقنابل بنصف المردود تكلف أكثر من نصف التكلفة الأساسية. وقد جاء في تقرير وُضع في نيسان/ أبريل عام 1959 يشير إِلىٰ العودة إِلىٰ الطريقة الأُخرىٰ: «تمت زيادة الوقت المتاح لنقل الشحنات إِلىٰ موضع الإِطلاق من $\frac{1}{4}$ ثانية إِلىٰ $\frac{1}{2}$ ثانية. وحيث أن مردود القنبلة لم يتغير فقد انخفض معدل تسارع المركبة من (g4) إِلىٰ (g2) في حين بقيت ذروة التسارع عند القيمة (g6)».

وقد حددت النسخ الأولى لتصميم مركبة تزن 4000 طن تنطلق من الأَرض إِخراج 800 قنبلة ـ تتراوح في المردود ما بين 0,15 كيلو طن عند مستوى سطح البحر إِلىٰ 5 كيلو طن في الفضاء ـ وذلك لتصل إِلىٰ مدار حول الأَرض يبعد عنها 300 ميل. ويلزم في الارتفاعات المنخفضة استخدام متفجرات أصغر لأن الهواء المتواجد بين القنبلة وصفيحة الدافع يمتص طاقة من



منظر لجزء من مركبة أوريون Mark 2 بقطر 135 قدم ووزن 4000 طن يوضح تخزين 1400 قنبلة وماصات الصدمة.

الانفجار وذلك لكي يوصل ضربة أكثر قوة. من مساوئ هذه الطريقة بالإضافة إلىٰ الضجيج العالي والغبار الذري المتساقط ودخول المركبة في كرة نارية واحتمالات أن يقوم الجو المحيط بالمركبة ببعثرة الإشعاع جانبياً نحو الطاقم، أن يضطر المرء إلىٰ زيادة المردود تدريجياً عندما تشق المركبة طريقها إلىٰ الأعلىٰ في الطبقات الدنيا من الغلاف الجوي. وهذه مشكلة كبرى، كما يقول فريمان، «لأن من الضروري إجراء ضبط دقيق جداً لأول مائة قنبلة».

ولكن كيف يكون تخزين كل هذه القنابل وإخراجها من هذه المواضع؟ يقول فريمان: «كل واحدة منها تزن نصف طن ولديك نصف ثانية فقط لإخراجها من التخزين وإنزالها نحو 100 قدم نحو الأسفل، لهذا فهي مسألة هندسية علىٰ جانب كبير من الأهمية. ولنتكلم بنحو تقريبي، توجد طريقتان

لذلك، إما أن نطلق هذه القنابل بواسطة مدفع نحو الوسط، وهذا يعني ضرورة وجود فتحة في منتصف صفيحة الدافع، وهو أمر مزعج، أَو أن نضطر للدوران حول الحافة وهذا يعني استخدام صاروخ فيه مقود توجيه يستطيع الدوران والوصول إِلىٰ الموضع الصحيح. وهذا الصاروخ سيكون شيئاً رائعاً إِذ عليك أن تشعله ثم ينطلق ويدور حول المركبة ثم يستدير 90 درجة ويعود، وقد بدت لي هذه الفكرة كثيرة المخاطر، وكنت أقول دوماً إِذا كنتم جادين بالأمر فعليكم إِطلاقها نحو المنتصف بواسطة مدفع. وهنا أيضاً أمامنا مشكلة البوابة التي يجب أن تفتح وتغلق خلال جزء يسير جداً من الثانية وتحت شروط بالغة الدقّة والحساسية حيث التفجير مستمر طوال الوقت. وإِذا توتدت البوابة هذه وأغلقت ولم تفتح تكون النهاية».

غير أن عملية الإِطلاق من حواف صفيحة الدافع ليست بالفكرة المجنونة كما تبدو. إِلىٰ جانب كل تلك المشاكل الناجمة عن إِحداث ثقب في منتصف صفيحة الدافع وإِذا كان لدينا مدفع واحد فإِن دورة الإِطلاق فيه يجب أن تكتمل مرتين إِلىٰ أربع مرات في الثانية الواحدة، وأية مشكلة ميكانيكية قد تحدث فسوف تكون الضربة القاضية للمركبة بأسرها. وإِذا كان لدينا منظومة من المدافع الجانبية المتعددة فإِن كل واحد منها يجب أن يقذف قذيفة واحدة كل بضع ثوان، والإِخفاق بهذه الحالة ليس مميتاً. وهذا شبيه بمثال سيارة ذات ثمان أسطوانات، إِن تعطل إِشعال أسطوانة واحدة منها تستمر بالمسير بسبع أسطوانات.

ذكر مكسون في تقريره المؤرخ في أواخر تموز/ يوليو عام 1958: «يأملون، من أجل منظومة نقل القنابل، أن يتفادوا إِحداث ثقب في صفيحة الدافع ويستخدموا مدفعاً أَو مدفع بازوكا». وقد وصف مكسون ذلك المدفع بقوله: «قطر الماسورة نحو متر واحد وجدرانها بسماكة 1,5 سم وطول الماسورة 10 م ووزنه 2,5 طن يقذف قذيفة تزن 1,5 طن بتسارع يبلغ g200.

واضح أن مثل هذا المدفع لا يمكن تلقيمهِ كل ربع ثانية، لذلك هناك حاجة لوجود عشرة مدافع منها. ويمكن استخدام مدفع البازوكا، لكن مدفعاً من ذاك النوع أكثر سهولة. وقد نحتاج لنحو مائة كيلوغرام من الوقود الدفعي لكلّ طلقة. وسيكون في المركبة في نهاية المطاف بطارية مدفعية من نوع Gatling».

تبين إِحدى الرسوم التخطيطية الأولى مواسير المدافع مستندة علىٰ أعمدة مائلة مرتكزة علىٰ محيط المركبة. عندما تنضغط ماصات الصدمة حتى النهاية تشاهد فوهات هذه المدافع ممتدة خارج حواف الصفيحة الدافعة، ما يتيح قذف القنبلة دون إِعاقة، وبعدئذ تتيح هذه الصفيحة حماية تامة لهذه الفوهات بعد أن تعاود ماصات الصدمة امتدادها قبل تفجّر القنبلة. أما وحدات النبضة فتتفرع إِلىٰ داخل أنابيب الإِطلاق من الفُرج الخاصة بالتلقيم المنتشرة حول حافة المركبة. يبدو هذا المخطط بسيطاً فيما عدا حصول خطأ في تفجّر القنبلة. وفي هذه الحالة يلزم وجود صاروخ مختلف المركز ليعطي شحنة بنصف زخم حول حافة الصفيحة ليعاود تشغيل دورة النبضة.

وقد أُتبعت هذه الخطة بخطة أُخرىٰ يتم نقل الشحنات من خلالها إِلىٰ حافة الصفيحة الدافعة علىٰ سلسلة من القضبان المنحنية ـ مثل سكة حديد كثيرة الالتواءات والانحناءات في مدينة الملاهي والمركبات التي تجري عليها وتخرج عن السكة بشكل مفاجئ. وقد جاء في تقرير مكسون في أواخر شهر آب/ أغسطس عام 1958: «تم إِحراز تقدم في تصميم منظومة انتقال القنابل. إِن عملية إِطلاق 2600 قنبلة بمعدل أربع قنابل في الثانية مسألة ليست بالسهلة. تتألَّف هذه المنظومة أساساً من مجموعة قضبان سكة حديد ثنائية تتوضع حول حواف الصفيحة الدافعة وخلفها، وتطلق القنابل من خلف الصفيحة ولدى أنزلاقها علىٰ الجزء الأخير من السكة يشعل فتيلها (وبسبب انحناء السكّة) تكتسب حركة قوية بما فيه الكفاية نحو الأعلىٰ تجعلها تتبع في رحلتها مساراً منحنياً حول حافة الصفيحة حتى تصل إِلىٰ النقطة المرغوبة لانفجارها. تتوافق

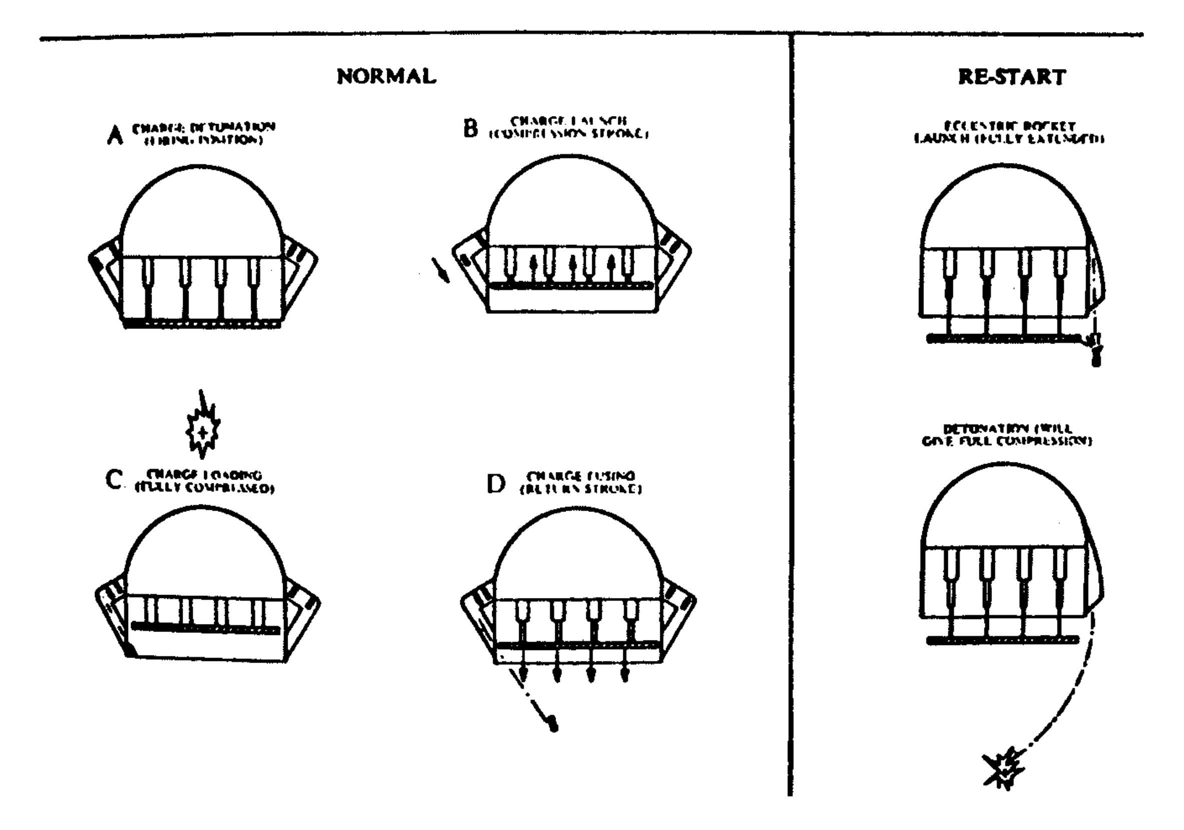
هذه المنظومة مع طريقة تخزين القنابل ومع سرعة الانطلاق المطلوبة للتطبيق. أما كيفية تفجير القنابل في الزمان والمكان الصحيحين فهذه مسألة أُخرىٰ لم تُبحث بعد». تشبه هذه المسألة لعبة قذف الكرات في مسارات منحنية في موسم كامل ودون أن يخطىء الرامي رمية واحدة. وتقضي الخطة أيضاً بالتقاطع مع حزم أشعة الرادار أَو الأشعة الراديوية من أج تفجير القنابل عندما تصل إِلىٰ الموضع الصحيح، لكن الذين يفهمون جيداً تأثيرات الإِشعاع في الإِلكترونيات عام 1958 كانوا قلة قليلة. يقول جيري آستل: «كانت المخططات الأولى تتعلّق بوضع هذه الأعمدة والأبراج ورمي القنابل من جوانبها، فتتناثر في جميع الأنحاء!».

كانت واحدة من إِسهامات فريمان في هذه المسألة دراسة مدى خطورة وصول القنابل إِلىٰ الموضع الصحيح بدقة متناهية، أَو عدم وصولها. يقول مكسون: «درس دايسون مسألة الاستقرار، ووجد في صنف واسع من منظومات نقل القنابل تبقى المركبة مستقرة رغم بعض الأخطاء العشوائية في إِيصال القنابل إِلىٰ مواضعها الصحيحة». وهذا الكلام مشجع. «إِذا كان لديك قنبلة خارجة قليلاً جداً عن المركز وتبدأ بجعل الشئ يميل لجهة معينة، فإِن القنبلة التي تأتي بعدها قد تجعل الأمر أكثر سوءاً وربما لا، وذلك اعتماداً علىٰ طريقة الرمي». كما يقول فريمان الذي يمضي قائلاً: «لذلك فإِن الذي فعلته هو أن أضع تصميماً لمنظومة الرمي بحيث تقوم المنظومة بتصحيح نفسها تلقائياً، أي إِذا كانت إِحدى القنابل خارج المركز فإِن القنبلة التالية تعيده إِلىٰ وضعه الصحيح، وهكذا تحافظ المنظومة علىٰ الاستقرار إِلىٰ حد كبير. وقد نجح هذا التصميم. ويعتمد علىٰ زمن الرحلة. وقد تبين لدينا أن الحسابات كانت صحيحة. وتعتمد أيضاً علىٰ لحظة العطالة للمركبة كلها وعلىٰ السرعة التي بها تدور وعلىٰ الفترة الزمنية بين القنابل. وعلىٰ المرء أن يشتغل بعلم الجبر، وعندئذ إِما أن تكون المركبة مستقرَّة أَو لا تكون».

وهنا تركت مهمة وضع تفاصيل منظومة نقل القنابل إِلىٰ المهندسين. يقول فريمان: «خلافاً لكل توقعاتنا الأساسية، فقد وسّع العمل في منظومة النقل آفاق تطوّر العمل الهندسي أكثر مما فعلت منظومة ماصات الصدمة». كان الخبير الاختصاصي في هذا الشأن مايكل تريشو Michael Treshow، وهو مهندس ميكانيك دانمركي الأصل تلقى تدريبه في صنع السفن في كوبنهاغن قبل أن يأتي في زيارة إِلىٰ الولايات المتحدة عام 1920، وبالتالي أصبح مقيماً دائماً فيها منذ عام 1929. أثناء بناء سد بولدر Boulder (حالياً سد هوفر Hoover) فيما بين عامي 1930 و1936، صمّم وأشرف علىٰ تنفيذ تركيب التجهيزات التي قامت بضخ البيتون ـ نحو ثمانية ملايين طن ـ من موقع خلط البيتون إِلىٰ موقع السد «نحو ميل واحد أَو يزيد، كما أذكر» بحسب ما قال ابنه كين Ken.

بعد الحرب العالَمية الثانية انتقل تريشو للعمل في تصميم وهندسة المفاعلات النووية، وتلقى شهادة الموافقة (Q) في عام 1950 حين كان يعمل كبيراً للمهندسين في مخابر آرغون Argonne بولاية إِلينوي، ويحمل نحو عشرين براءة اختراع في مختلف المجالات. في شهر تشرين الثاني/ نوفمبر عام 1956 بعث برسالة إِلىٰ إد كروتز يطلب فيها وظيفة في شركة جنرال أتوميك، جاء فيها: «يشهد لي الجميع بأني أمتلك موهبة غير عادية للاختراع وتطوير أفكار ومنتجات جديدة. وبعد ثلاثة أعوام ونصف العام من الآن، حين أبلغ الخامسة والستين سوف أُحال إِلىٰ التقاعد من العمل في آرغون بسبب قوانين التقاعد القسري. وأشعر أَنَّه تقاعد مبكر بالنسبة لي». وهكذا حصل علىٰ وظيفة في جنرال أتوميك في شهر شباط/ فبراير عام 1958 وكان في الرابعة والستين وعُيِّن في منصب كبير اختصاصيي التصميم. وعمل بالتعاون مع إِد كروتز علىٰ اتخاذ إِجراءات خاصة لتعديل سياسة التقاعد في الشركة بحيث يعمل فيها قدر ما يشاء. وسرعان ما انضم إِلىٰ فريق العمل بمشروع أوريون مستفيداً من خبرته عندما كان مهندساً بحرياً ومهندساً في الأسطول، وقدَّم مخططات تفصيلية

OPERATING SEQUENCE



التسلسل التشغيلي المقترح، دون تاريخ، يبين الطريقة العادية لنقل الشحنات عبر مدافع إطلاق جانبية، وكذلك انتقال الشحنة عبر الصاروخ من إجل إعادة التشغيل بعد إغلاق مبرمج أو في حال تعذّر تفجّر القنبلة.

لمختلف مكونات المركبة وتعديلاتها. يصف فريمان مهارته وعمله بقوله: «كان يرسم صوراً جميلة جداً وبعناية الإنسان المحب. كان شديد الانتباه لأدق التفاصيل، اختصاصياً بالرسم الهندسي من الطراز القديم، ويعشق الدقة في كل شيء يرسمه».

قد يستطيع المرء أن يقذف الكرة لترسم مساراً منحنياً في الهواء، ولكن ليس في الفضاء، لذلك تلزم الاستعانة بصواريخ صغيرة توجّه القنابل إلىٰ الموضع الصحيح أسفل المركبة. والتقرير الذي وضعه تريشو بعنوان «المسارات المنحنية لصاروخ باندفاع لا متراكز» يقدِّم تفسيراً لهذه المشكلة ويبيِّن بعض الأبعاد التي كانت في غاية السرِّيَّة بعام 1958، وقد جاء فيه: «قضبان سكة

الإقلاع من حيث الجوهر تقود الحركة الطبيعية للمسافة القصيرة الأولى. . . أهمل احتكاك الهواء. . . نقطة الإنطلاق تبعد 21,6 متراً عن خط المركز. ارتفاعها 5,5 متراً فوق سطح صفيحة الدافع والهدف E يبعد 33,5 متراً أسفل الدافع. توضع مدافع الإطلاق حول حافة الصفيحة. يتم وجيه الصاروخ خلال الاحتراق الأولي ثم يحرر عندما يصل إلىٰ الموضع الصحيح. عند هذه النقطة يكون التيار النفَّاث في قوته القصوى. تتألف المنظومة الميكانيكية للإطلاق من ذراعين للتوجيه. . . بعد انطلاق الصاروخ يتحرك هذان الذراعان علىٰ الفور عائدين إلىٰ موضعهما حيث يحتميان من الانفجار. غير أن تفاصيل هذه المنظومة لا تزال بحاجة للدراسة». غير أن نسخة الطراز «مارك 1» Mark I لمركبة تزن 4000 طن التي كان تريشو يعكف علىٰ دراستها في ذلك الحين تحمل 2200 شحنة تزن الواحدة منها 850 كغ (1870 رطلاً) أو ما يساوي وزن سيارة فولكسفاكن، وموضوعة ضمن علب يبلغ حجم العلبة الواحدة حجم برميلين من الزيت سعة 50 غالون، ومتصلة ببعضها من نهاياتها، حيث يكون الصاروخ إحدى النهايتين والقنبلة في النهاية الأُخرىٰ. ويتحتم علىٰ القنبلة أَن تنقلب رأساً علىٰ عقب انقلاباً كاملاً أثناء رحلتها. «سوف تستدير بزاوية قدرها 180 درجة لتتموضع حيث الوقود الدفعي موجه إلىٰ الأعلىٰ مباشرة عند وقت الانفجار». وفترة النبضة ربع ثانية، وحيث أن عدد المدافع القاذفة اثنان وثلاثون، تكون الفترة الزمنية المتاحة لإعادة تلقيم كل مدفع بمفرده ثمان ثوان. وتخزن الشحنات وأحزمة النقل علىٰ أربعة طوابق في كل طابق منها 550 شحنة.

غير أن طريقة التخزين هذه عُدِّلت في تصميم الطراز «مارك 2 Mark 2» الذي طور في أوائل عام 1959، فأصبح التخزين وأنظمة النقل في طابقين حيث توضع في كل طابق 700 شحنة. ومن توضيحات تريشو نعرف أن «هذا التصميم الجديد يتيح التخزين الحي لـ1400 شحنة، ومن المتوقع أن يتم تخزين 600 شحنة إضافية خارج منظومة النقل لكي تستخدم في الرحلة عبر الكواكب

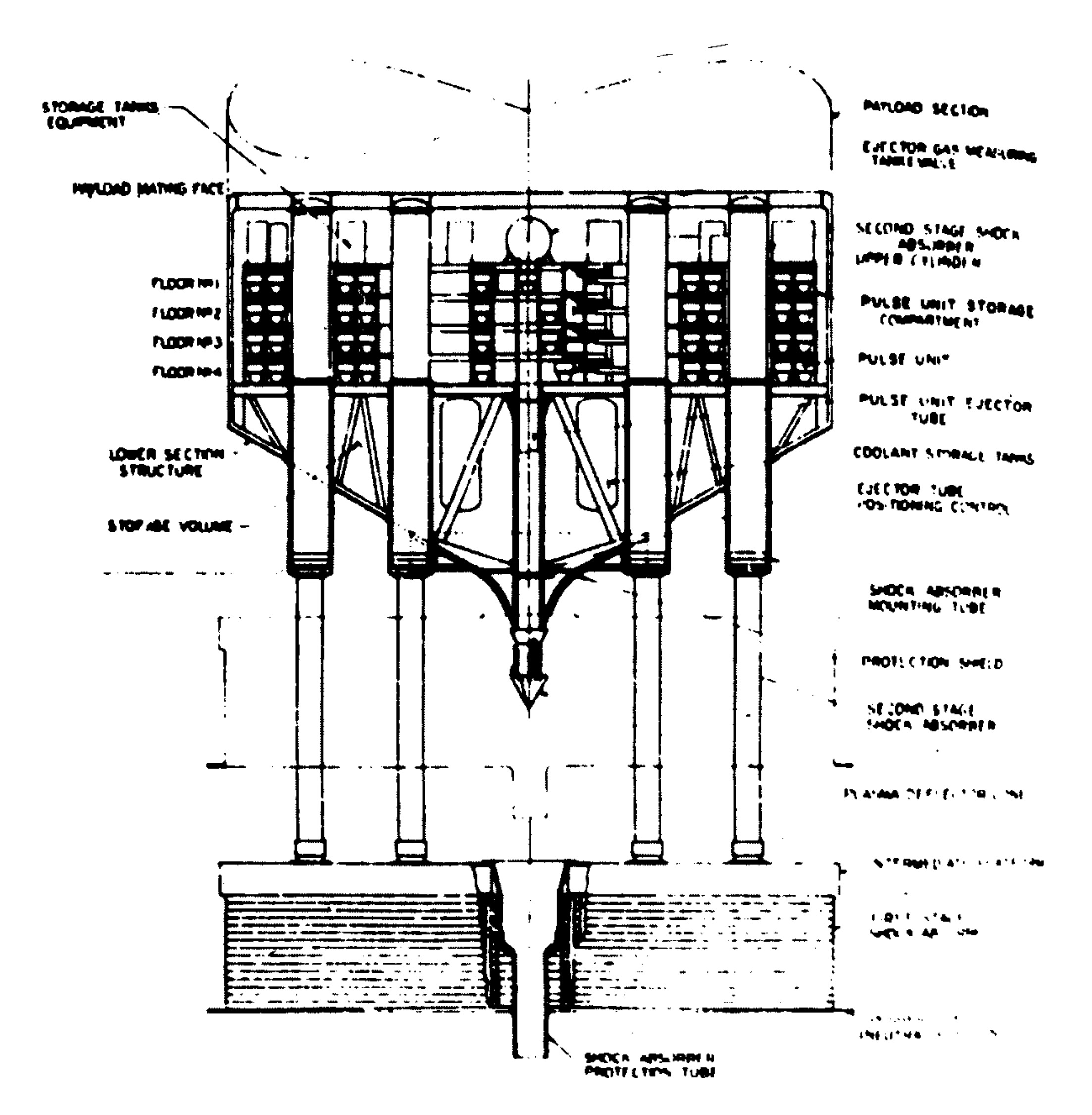
السيارة» توجد ثمانٍ وعشرون منظومة نقل تنتهي جميعاً في مجموعتين من مدافع القذف في كل مجموعة أربع عشرة موزعة على محيط المركبة. وفترة النبضة نصف ثانية، وبذلك تتاح فترة تزيد قليلاً عن اثنتي عشرة ثانية لإعادة التلقيم لكل مدفع. يقول تريشو: «لا توجد ممرات بين القنابل المصفوفة والغاية من ذلك الاستفادة من المكان كله، وإذا أريد التأكد من الشحنات قبل انطلاقها فيمكن تحقيق ذلك من خلال تنقل الأشخاص على مدحرجات تتحرّك أعلى وأسفل الشحنات على قضبان خفيفة نُصبت متعامدة، بزوايا قائمة، على قضبان نقل الشحنات». غير أن شخصاً مثل كارول ولش يستطيع التحرّك بصعوبة بالغة بين تلك القنبلة الألفين من أجل جولة تفقدية أخيرة قبل الانطلاق.

وقد ركّز مايكل تريشو اهتمامه كله على كافة الأشياء ابتداء من ماصات الصدمة وحتى الدراسات المتعلقة بالقِيَم المتغيرة للتصميم التي وضعت المخطط العام لتشكيلة واسعة من المركبات التي تتراوح أوزانها بين 200 وحتى 10000 طن. ويذكر الجميع رسومه التي يصفونها بتفاصيلها المثيرة للإعجاب، رغم أن القليل النادر منها رُفعت عنها قوانين السرِّية. يصف فريمان واحدة من أولى تلك الرسوم بقوله: «كان ارتفاع المركبة 120 قدماً، أي ما يعادل بناء من عشرة طوابق. كانت على هيئة قبة كبيرة ذات قاعدة مستوية، ولم تكن أيروديناميكية. كانت ثقيلة الوزن، لا يهم. وتشغل ماصات الصدمة نحو عشرين قدماً في الأسفل أَو شيئاً من هذا القبيل، وفوق هذا تتوضع آلات مماثلة للآلات المستخدمة في شركة كوكاكولا من أجل تناول القنابل، تعمل كما تعمل آلة الكوك Coke حيث تضع الكوارتر (أي 25 رطلاً) وتحصل على زجاجة كوكاكولا. لقد رتبت القنابل على الرفوف بطريقة تحويلية بديعة بحيث تنتقل القنبلة من مكانها لتحل محل سابقتها إن استخدمت واستقرّت داخل منجنيق يقذفها نحو الأسفل لتحط في المركز. هذه الآلية تشغل مسافة 30 قدماً أَو نحو ذلك، ويعلو هذه الأشياء كلها حجرة الطعام وأماكن النوم للطاقم».

يتوقف الإِطلاق الناجح لمركبة أوريون علىٰ قدرته في اختيار النكهة الصحيحة للقنبلة وفي الوقت المناسب بمنتهى الدقة. قد يبدو التشبيه بعمل شركة كوكاكولا فيه شيء من المبالغة، إلاَّ أن طريقة التعامل مع زجاجات الكوكاكولا كانت بكل تأكيد ذات عون كبير. وهذا ما يؤكده فريمان حين يقول: «أجل، لقد جاء إِلينا بعض المسؤولين في شركة كوكاكولا، وأجرينا أحاديث ممتعة مع عدد لا بأس به منهم. وكان علينا أن نحادثهم في إِطار بعيد عن السرِّيَّة. لقد كانت شركة كوكاكولا حقاً مصدراً جيداً للمعلومات، حيث قدموا لنا وصفاً كثير التفاصيل لطريقتهم في تأسيس نظام الإِنتاج كبير الكم لزجاجات الكولا وكل الأشياء المرتبطة به ميكانيكياً». يقول جيري آستل إِنَّه يذكر أنّه اَستعرض منظومة إِخراج الشحنات من مواضعها مع مايكل تريشو حيث يقول: «رأيت الرسوم وناقشنا الموضوع. اتفقت معه في الرأي مائة بالمائة. قال إِنَّه لم يضع التصميم، فلماذا أُزعج نفسي؟ لآلات بيع زجاجات المشروب شيء من هذا القبيل، وهي تعمل بشكل ناجح لدينا وقد ثبتت فاعليتها، كل ما يلزمنا أن ندخل فيها بعض التعديلات لتصبح أكثر قوة ومتانة، والذي فعله كان جيداً جداً».

ويضيف قائلاً: «عندما يتعلق الأمر بالشحنات فربما نحتاج إِلىٰ شحنات ذات مردود متباين، ربما عشرة مستويات من المردود. وعلينا أن نلقمها في مدفع دوار من نوع Gatting وذلك لكي نضع يدنا علىٰ الشحنة ذات المردود المناسب، لأننا لا نعرف متى نحتاج إِلىٰ الشحنة ذات المردود الخاص. ولكي نتمكن من تناولها يتعين أن يكون لدينا طنبور دوار، عندما يبدور يلفظها إِلىٰ الحجرة الخاصة. ولدينا فائدة هنا: السرعة ليست خيالية. في بادىء الأمر كان تيد يأمل بأن يتمكن من إِطلاق أربع شحنات في الثانية. لكن هذا أمر مخيف. وعندما نكتفي بطلقة واحدة كل ثانية يكون الأمر واقعياً».

في النسخ المتأخرة لمركبة أوريون ذات وزن 4000 طن، مدجد شوط



مقطع عرضاني لحجيرة الدفع، حوالي عام 1962، يوضح الطوابق الأربعة لتخزين وحدات النبضة ومخروط انحراف البلازما ودروع الحماية من النيازك الصغرى، وتخزين المبرّد وماصات الصدمة ذات المرحلتين.

ماص الصدمة إلىٰ 33 قدم (10م) وازداد تردد النبضة إلىٰ 1,1 ثانية، وكان معدل التسارع أثناء فترات الدفع g1,25 وهو تسارع يتحمله جميع أفراد الطاقم عدا الضعفاء مرهفي الإحساس منهم. وفي محاولتهم لتسويق مشروع أوريون أمام وكالة الفضاء الأمريكية ناسا NASA من أجل رحلات تنفذ بعد مرحلة أبوللو (ومنها مركبة لرحلات قمرية تتسع لـ400 راكب) أوضح أفراد فريق العمل في المشروع أنَّه «يمكن تشبيه تردد النبضة ومقدار التسارع بأرجوحة يتلهى بها الطفل

في حديقة داره تتأرجح ضمن قوس يرسم زاوية قدرها 65 درجة عند كل جانب من جانبي الخط الشاقولي».

في جميع التصاميم المتأخرة لمركبة أوريون كان يتم إِخراج القنابل من مواضع تخزينها عبر مركز الوسط من صفيحة الدافع، وكانت ماصات الصدمة ضخمة الحجم من نوع الأسطوانة والمكبس، غير تبديدية وسريعة التريد. ثم يعاد تدوير سائل التبريد المتبخر (ماء أَو أمونيا) ليستخدم وقوداً دفعياً في إِخراج الشحنات من مواضعها، كما يوجد اتصال مباشر بين ماصات الصدمة والمضخات التي تبخ الزيت المضاد للتآكل علىٰ الصفيحة عند كل دورة عبر فوهاتها العديدة المركَّبة علىٰ أنبوب الإِطلاق المركزي. توجد أربع عمليات ظاهرة للعيان خارجياً مترافقة مع كل دورة من دورات النبضة وهي: خروج الشحنة من موضعها المتمثِّل باندفاعة واحدة من البخار؛ وعملية وجيزة لبخ الزيت المقاوِم للتآكل ليشكِّل طبقة علىٰ سطح الصفيحة وعلىٰ «جهاز انحراف البلازما» بهدف حماية فوهة أنبوب القذف؛ وانفجار القنبلة؛ والوميض الذي تحدثه البلازما عند ارتطامها بالصفيحة.

وعلىٰ جسر مركبة أوريون التي تقوم بمناورات نشطة يوجد جهاز التحكّم الأولي الذي يعمل بمثابة منظّم لتوقيت توليد النبضة ـ وهو مشابه لذراع الشرارة في السيارة طراز Model T الذي يستخدمه السائق لتسريع أَو إِبطاء توقيت الإِشعال يدوياً. وفي الأسفل وبعد تجاوز مواضع تخزين الشحنات توجد غرفة المحرك المليئة بالخطوط التجارية وخزانات سائلا لتبريد وخزانات الزيت المانع للتآكل، تتخلّلها الكابس الضخمة التي تتحرّك تبادلياً نحو الأمام والخلف فيما بين الغاز المضغوط داخل ماصات الصدمة ووطأة البلازما المندفعة بفعل القنابل في الفضاء. يستطيع طاقم المركبة أن يراقبوا مستويات ارتفاع الزيت في الخزان والعدادات التي تقيس ضغط البخار والتوتر الحرج للتيار الكهربائي، ولكن بما أن القنابل تتحرّك نحو الأسفل بمعدل واحدة في الثانية محدثة صوت هسيس

البخار عند نزولها لن يكون أمامهم ما يشير إلىٰ أنهم داخل مركبة فضائيَّة تعود في تطورها إلىٰ عصر الطاقة النووية، بل يشعرون وكأنهم في سفينة تنتمي لعصر الطاقة التجارية وقد تقاذفتها العواصف. ومن هذا المنطلق لن يشعر جول فيرن المولود عام 1828، أَو مايكل تريشو المولود عام 1894، أنهما داخل مكان غريب لا يألفانه. فغرفة المحركات الكائنة تحت السطوح العديدة للمركبة تبدو مألوفة يعرف أدق تفاصيلها مهندس متخصِّص بالطاقة البخارية من جيل القرن التاسع عشر مثلما يألفها ويعرف كل ما فيها تقني متخصِّص بالصواريخ من أبناء القرن الواحد والعشرين.

18

إنسيلادوس، القمر التابع لزحل

بتاريخ 15 آب/ أغسطس من عام 1958 غادر فريمان وتيد مطار سان دييغو متوجهين إلىٰ باسادينا لزيارة مخابر الدفع النفّاث التابعة للجيش الأمَريكي، في معهد كالتيك Calteck، ففي هذه المخابر يجري صنع الأقمار الصناعية التي عُرفت باسم إكسبلورر، وحيث كانت التحضيرات علىٰ قدم وساق لإطلاق القمر إكسبلورر 6 Explorer 6 الذي يزن 143 رطلاً. يقول فريمان: «كان استقبالنا فاتراً جداً. والسيدة في مكتب الاستقبال قرَّرت أن تيد وأنا مخبولان وأرادت أن تمنعنا من الدخول، ولكن بعد نصف ساعة من الجدال والمناقشة سارت الأمور علىٰ خير ما يرام».

يقول لو آلن Lew Allen المكلّف بالإشراف علىٰ العقد المُبرم بين شركة جنرال أتوميك وأسطوانة مهندس البحوث المتطوّرة، ثم أصبح فيما بعد مدير مخابر الدفع النفّاث عندما تولت وكالة ناسا هذه المخابر: «أستطيع أن أتصوّر هذين الرجلين يأتيان إلىٰ مكان مثل مخابر الدفع النفّاث التي كانت تعمل جاهدة لتحضير هذه الأقمار الصناعية ويقولان: «نحن هنا لنتحدَّث عن قمر صناعي يزن ألف طن ويعمل بقوة دفع من القنابل النووية»». لم يذهب فريمان وتيد إلىٰ باسادينا ليتحدثا عن إطلاق الأقمار الصناعية، ناهيك عن الفرق الواسع من حيث المقاييس بين أوريون والأعمال التي تقوم بها مخابر الدفع

النفّاث. بل ذهبا إلىٰ هناك ليناقشا مسائل تتعلّق بمركبات مساعدة يمكن وضعها علىٰ متن السفينة أوريون عندما تقوم برحلتها فيما بين الكواكب. يقول تيد: «كنا آنذاك ندرس إمكانية وضع صواريخ ضمن حمولة مركبة تزن 4000 طن ونوعية تلك الصواريخ من أجل الهبوط علىٰ غانيميد Ganymede (أحد أقمار المشتري)».

ويمضي تيد قائلاً: «كنا نعتقد أن هذا الشئ سوف يطير حقاً. وعندما يطير ليس أمراً بالغ الصعوبة أن نقرِّر إن كان سيذهب إلىٰ زحل أو المشتري أو أي مكان آخر، أو الهبوط علىٰ أحد التوابع الفلكية، ذلك أن قوة الدفع عالياً جداً. ودرسنا أيضاً إمكانية تدعيم المركبة ببعض الأشياء من حجوم مختلفة، إذ قد تتضمن الرحلة في مرحلة معينة الهبوط علىٰ أحد الكويكبات بحيث يكون الانفجار الأخير عند الاستقرار علىٰ السطح». وهبوط المركبة الأم علىٰ أجرام كبيرة الحجم مثل كوكب المريخ أو القمر غانيميد حيث الجاذبية تعادل ثلث، أو سدس جاذبية الأرض أمر محفوف بالمخاطر، وذلك لسببين أولهما احتمال تحطّم السفينة، وثانيهما أن موقع الهبوط قد يكون حاملاً لبعض آثار انفجار القنابل القليلة الأخيرة. ويضيف تيد إلىٰ ذلك قوله: «كنا من الناحية البيئية ندرك بعض المسائل التي تثيرها عملية الهبوط علىٰ القمر آيو Io، أو القمر غانيميد، أو غيرهما، أياً يكون، الانفجارات المتتالية، كيف تكون، وماذا عن كل هذا النشاط الإشعاعي؟ والإشارة الأولى لذلك فيما يتعلق بالعنصر البشري، وكل هذه الكمية من عنصر السيزيوم 137 Cesium 137، وما إلىٰ ذلك. النيوترونات أولاً، ثم أشعة غاما. وقد أمضينا فترة زمنية لا بأس بها ونحن ندرس ونفكّر بكل هذه الأمور».

عندما تم التوقيع علىٰ عقد تنفيذ مشروع أوريون، كانت أكبر حمولة تصعد بها مركبة فضائيَّة إلىٰ مدار حول الأرض تزن 2926 رطلاً ـ القمر الصناعي سبوتنيك 3 Sputnik III الذي أطلقه الاتحاد السوفياتي بتاريخ 15 أيار/ مايو عام

1958، في حين كان المقصود من مركبة تزن 4000 طن وبتسارع (g2) أن تحمل 1600 طن إلىٰ مدار يبعد 300 ميل، أَو 1200 طن في هبوط هيّن، برفق، علىٰ سطح القمر؛ أَو 800 طن في هبوط قمري هيّن. أَو لمدار حول المريخ والعودة إلىٰ مدار حول الأَرض يبعد عنها 300 ميل؛ أَو 200 طن إلىٰ مدار حول كوكب الزهرة يتبعه مدار حول المريخ مع عودة إلىٰ مدار حول الأَرض يبعد 300 ميل. ثم وضع هؤلاء العلماء تصوراً «لمركبة أكثر تقدماً لرحلات عبر الكواكب» تعمل بقوة دفع مقدارها 15 كيلو طن وبتسارع قدره g4، ووزن يبلغ عند الإقلاع 10000 طن، وقطر يبلغ 185 قدماً وارتفاع 280 قدماً، تبلغ حمولة هذه المركبة في رحلتها إلىٰ مدار حول الأَرض يبعد عنها 300 ميل 6100 طن، وفي حال هبوط هين علىٰ سطح القمر 5700 طن ومن أجل مدار حول كوكب الزهرة تتبعه رحلة إلىٰ مدار حول المريخ والعودة إلىٰ مدار حول الأَرض 4500 طن ومن أجل هبوط علىٰ أحد أَقمار زحل الداخلية والعودة إلىٰ مدار 300 ميل حول الأَرض وهي رحلة ذهاب وعودة تستغرق ثلاثة أعوام مقدار 1300 طن.

كان في ذهن فريمان قبل أن يقوم بزيارته تلك إلىٰ مخابر الدفع النفّاث مقصد نهائي محدد من أجل رحلة المركبة، ذلك هو القمر إنسيلادوس Enceladus الذي لا يفصله عن زحل سوى قمر آخر. قطر هذا القمر 312 ميل. وقد اكتشفه ويليام هيرشل William Herschel عام 1789. جاذبية هذا القمر تعادل $\frac{1}{200}$ من جاذبية الأَرض، وتكفي لهبوط آمن للمركبة، وحيث أن سرعة الانفلات من الجاذبية أقل من 400 ميل بالساعة فإن إقلاع المركبة من سطح هذا القمر سهل للغاية. أما كثافته، فيمكن تصورها مماثلة لكرة ثلج شديدة التراص. لكن بُعد هذا القمر عن سطح الأَرض، وتحديداً عن مدينة لاجولا، لا يقل عن 800 مليون ميل، أي تسعة أضعاف المسافة الفاصلة بين الأَرض والشمس. وإذا مثلنا الكرة الأَرضية بكرة بلياردو، يكون القمر التابع لها بحجم الكرة الزجاجية الصغيرة التي يلعب بها الأطفال ويبعد عنها مسافة 6 أقدام، ويكون المريخ

بحجم كرة الغولف ويبعد عنها نحو $\frac{1}{4}$ ميل، ويكون المشتري بحجم كرة اللعب علىٰ الشاطئ شديدة الانتفاخ تبعد عن كرة البلياردو مسافة ميلين، والكوكب زحل بحجم كرة اللعب علىٰ الشاطئ قليلة الانتفاخ وعلىٰ بُعد أربعة أميال. وفي إِطار هذا التمثيل ذاته نجد القمر إِنسيلادوس بحجم حبة الفلفل الأسود يبعد 3 أقدام عن سطح كرة اللعب علىٰ الشاطئ، وقدمين اثنين خلف حلقات زحل التي تبدو بحجم حلقات «الهولاهوب». يدور هذا القمر حول زحل مرة كل اثنتين وثلاثين ساعة، وللراصد الواقف علىٰ سطحه يبدو زحل قرصاً بالغ الضخامة يعادل في حجمه ثلاثة آلاف ضعف قرص القمر الذي نراه من سطح الأَرض، مهيمناً مع حلقاته علىٰ سماء ذاك القمر، يبدل مراحل تلونه ساعة بعد أُخرىٰ وهو يتلقى الضوء الشاحب القادم إِليه من الشمس البعيدة.

تضاعف حجم مشروع أوريون أربع مرات خلال شهر تموز/ يوليو عام 1958 ومع ذلك ظل فريق العمل بالمشروع صغير العدد بحيث يستطيعون الالتقاء جميعاً في غرفة مكتب تيد كلما صادفتهم مشكلة جديدة أَو توصل أحدهم إِلىٰ حل يريد أن يقترحه علىٰ الزملاء. فقد جاء فيما كتبه فريمان بتاريخ 31 تموز/ يوليو عام 1958: «كنا نحو اثني عشر شخصاً في هذه المرحلة، وهو أمر مختلف عما كنا عليه قبل شهر حين كنا ثلاثة فقط». والواقع أن المليون دولار التي جاءت من أسطوانة مهندس البحوث المتطوّرة والضلوع المتزايد من قيادة القوى الجوية في هذا المشروع أعطت مصداقية لأفكار تيد علىٰ نحو مفاجىء. إِذ يذكر مكسون في تقريره عقب زيارة قام بها إِلىٰ الموقع بتاريخ 29 تموز/ يوليو: «لقد أنفقوا خلال هذا الشهر الأول مبلغ 40000 دولار ويعتقدون أن العمل الذي أنجزوه لقاء هذا المبلغ جيد جداً». وطبقاً لما يقوله فريمان كانت المركبة «تتخذ شكلها النهائي شيئاً فشيئاً وتصبح أكثر وضوحاً ودقة مثل تمثال يتم نحته من قطعة رخام». المفاعل النووي الأول تريغا TRIGA، الذي كان وهماً بعيداً عن الواقع قبل سنتين، مثله في ذلك مثل مشروع أوريون، دخل

مرحلة العمل في السادس من أيار/ مايو، ولم يدخل مشروع أوريون تلك المرحلة بعد، لكنه كان يسير بخطى سريعة. وبينما كان فريق العمل منشغلين في حساب اللاإِنفاذية المطلوبة وتصميم الصفيحة الدافعة وماصات الصدمة ومنظومات نقل القنابل، كانوا في الوقت نفسه يفكرون في المقصد النهائي لرحلة المركبة. يقول تيد: «كنا جميعاً في منتهى حدود الصبر لننجز العمل وننطلق بالمركبة إِلىٰ هناك. والأشياء التي يمكن لأوريون أن تفعلها أكثر أهمية عندي من طريقة عملها، أقصد بذلك وضعاً معكوساً لما كنت أعمله في القنابل».

أما فريمان فيقدم لنا التوضيح التالي: «في بادىء الأمر كانت المهمة الرسمية للمركبة رحلة إِلىٰ المريخ فقط».

يذكر بيرت فريمان في ملحق موجز بعنوان «الهبوط علىٰ القمرين التابعين للمريخ» أن هذين القمرين ربما يتيحان لنا بعض الأفضلية وقد يستخدمان قاعدة للمركبة. والقمر فوبوس Phobos مفيد لنا بصورة خاصة بسبب علوّه المنخفض بشكل غير معتاد». يبلغ طول هذا التابع 16 ميلاً، أي قريباً من مساحة منطقة مانهاتن، ويبعد عنا أقل من 4000 ميل «وسرعة الانفلات من الجاذبية = ~ 10 سم/ ثانية وهي سرعة لا يستطيع الإِنسان معها القفز»، إِذا أراد هذا المرء أن يقذف بكرة البيسبول، فإِن هذه الكرة لن تعود إِليه لأنها بسرعة رميها سوف تتجاوز سرعة انفلات التابع فوبوس من الجاذبية.

أثارت فيزياء المركبة أوريون حماس واهتمام فريمان الذي لم يكن شخصياً متحمساً للذهاب إِلىٰ المريخ، إِذ يقول «إِن الاستحصال علىٰ اللاإِنفاذية المطلوبة هي همّنا الرئيسي ـ أما الرحلة إِلىٰ المريخ فهي أمر جانبي». وقد أثبتت حساباته مزايا الدفع العالي لمركبة أوريون. وهو يقول: «الإِقلاع من الأرض والإِنطلاق نحو المريخ يحتاج إِلىٰ 15,2 كم/ ثانية إِذا كان هذا الإِنطلاق والتسارع نحو مدار إِهليلجي عمليتين منفصلتين، بينما يلزمنا 11,6 كم/ ثا إِذا

كان الدفع كله يطبق أثناء الإقلاع». وينخفض زمن العبور من خلال التسارع السريع والمحافظة علىٰ سرعة المسير القصوى حتى الوصول إِلىٰ المقصد النهائي، بدلاً من أن يكون التسارع بطيئاً وبعدئذ خفض هذا التسارع قبل الوصول إِلىٰ المقصد بمسافة طويلة.

ولو قُدِّر لمركبة أوريون أن تبدأ برحلتها كما هو مقرّر لها، لتضمنت الرحلة هبوطاً علىٰ سطح القمر التابع للأَرض، ولو كان ذلك لمجرد رفع علم الولايات المتحدة الأَمريكية. لكن الماء متوفر في المريخ، وهذا ما يساعد في مكوث المركبة طويلاً، ويهيء لنا وقوداً دفعياً من أجل رحلة العودة. يقول فريمان: «افترضنا أننا نستطيع الحصول علىٰ وقود دفعي من المريخ، وربما يكون ذلك الماء علىٰ الأرجح. والذي نفعله هو أن نذهب إِلىٰ القطب الشمالي أَو القطب الجنوبي حيث الماء وفير. ولم يكن واضحاً فيما إِذا كنا حقاً نريد ذلك. غير أن الهبوط علىٰ المريخ أسهل كثيراً من الهبوط علىٰ الأَرض. كنا نفكّر بإِمكانية المكوث علىٰ سطح المريخ لمدة أربعة أَو خمس سنوات لنستكشف الكوكب بأجمعه. وأذكر أنني كنت أقول إِننا يجب أن نأخذ مثلاً لنا رحلة Beagle لداروين التي اُستغرقت خمسة أعوام».

يمكن أن يتصور المرء عملية هبوط مركبة أوريون علىٰ كوكب المريخ باستخدام القنابل أثناء النزول علىٰ السطح بما يشبه قصف حديقة عامة كبرى خارج المدينة. ومن المرجح أن تبقى المركبة في مدار حول الكوكب أَو أن تستخدم التابع فوبوس قاعدة لها بينما يجري استكشاف سطح المريخ بواسطة مركبات صغرى تعمل بوقود كيماوي. غير أن بعض الدراسات المتأخرة لهذه المهمة تضمنت مقترحاً يقضي بإِرسال عدة مركبات من طراز أوريون زنة 4000 طن، حيث تهبط واحدة منها تستقر بصفة قاعدة دائمة علىٰ سطح المريخ. وقد ورد التوضيح التالي في هذا الصدد: «من خلال هذه الرحلة يتم نقل عشرين شخصاً إِلىٰ سطح المريخ حيث يمكثون مدة عام واحد وسوف يتم تأمين

الظروف البيئية والتموينية لمدة عامين. سوف يستخدم محرك أوريون لإنقاص تسارع الهبوط حتى ارتفاع بضعة آلاف قدم فوق سطح الكوكب وحتى سرعة بضع مئات من الأقدام في الثانية، وبعدئذ تطرح المركبة حمولتها وتستخدم لإنزال مقصورة الحمولة هذه الصواريخ الكيماوية». توضح الصور المرفقة بهذا المقترح «مقصورة الشحنات وهي مستقرة علىٰ ترس الهبوط لماص الصدمة في حين يبدو الطاقم عن بُعد يقوم بتفقد بقايا محرك أوريون» وهذا يقلِّل، أَو يبدو أَنَّه يقلِّل، التلوث علىٰ سطح المريخ. «وفي المرحلة الأولى من تجهيز القاعدة قد يلزم تواجد ما لا يقل عن خمسين شخصاً علىٰ السطح، ثم يغادر الجميع ما عدا عشرين واحداً منهم عائدين إِلىٰ المركبات أوريون التي في المدار إِلىٰ الأَرض تاركين الرجال العشرين يؤدون المهام الموكولة إِليهم وذلك إِلىٰ أن تقوم رحلة أُخرىٰ من الأَرض إِلىٰ المريخ في تاريخ مناسب.

كان الجميع يشعرون بالإِحباط خلال الأشهر الستة الأولى من عام 1958 بسبب وضع خطط لاستكشاف المجموعة الشمسية ولا يستطيعون مناقشتها علانية. فقد تم التوقيع علىٰ العقد منع وكالة البحوث المتطوّرة بتاريخ الثلاثين من شهر حزيران/ يونيو، ثم أصدرت نشرة صحفية موجزة في واشنطن ترفع غطاء السرِّية عن المشروع بتاريخ الثاني من تموز/ يوليو. وكان رد فريمان علىٰ أثر ذلك أن وضع مسودة بيان بتاريخ الخامس من تموز/ يوليو عام 1958 بعنوان «بيان إِلىٰ المسافرين في رحلات فضائيَّة»، جاء في مقدمته:

> «لقد أعلنت الحكومة الأَمريكية، سواء كان إِعلانها هذا نتيجة عدم مبالاة، أَو لحكمة تقصدها، أننا نعمل علىٰ تصميم مركبة فضائيَّة تسير بقوة دفع من القنابل الذرِّيَّة.
>
> وإِنني أعتقد جازماً أن هذا المشروع وحده، من بين مشاريع عديدة لتصميم مركبة فضائيَّة تجري دراستها

حالياً، هو الذي سيفضي إِلىٰ صنع مركبة تتميز بالضخامة الحقيقية القادرة علىٰ استكشاف المجموعة الشمسية. وقد أسعدنا الحظ بأن الحكومة قد أعطتنا أمر المباشرة بالتنفيذ لرحلة تقطع المسافات بين الكواكب في سبيل أهداف علمية بعيدة المدى، وبأن لا نعير بالاً لأية استخدامات عسكرية محتملة لنظام الدفع الذي نبتكره.

لقد تولدت لدي القناعة منذ كنت طفلاً بأن الإِنسان يستطيع الوصول إِلىٰ الكواكب السيارة في مدى حياتي وقبل أن يوافيني الأجل، وأَنَّه يتعين عليّ أن أقدِّم مساهمتي في هذا الصدد. وإِن حاولت أن أصور هذه القناعة عقلانياً، فإِنني أقول إِن قناعتي هذه تستند إِلىٰ اعتقادين اثنين أحدهما علمي والآخر سياسي.

(1) توجد في السماء والأرض أشياء أكثر كثيراً مما يمكن أن تحلم به علومنا الحالية. ولا يمكننا أن نعرفها إِلاَّ إِذا ذهبنا إِليها نبحث عنها.

(2) من المهم جداً علىٰ المدى الطويل من أجل نماء أية حضارة جديدة ومتقدمة أن تخرج جماعات بشرية صغرى من جيرانها ومن حكوماتها وتذهب للعيش بعيداً في البراري كما يحلو لها. إِذ لن يكون ممكناً بعد الآن أن يظهر مجتمع صغير مبدع منعزل كلياً علىٰ هذا الكوكب.

ويساورني الاعتقاد أن تلك العبارة القائلة «إِن لم

> نفعل ذلك فسوف يسبقنا إِليه الروس» التي طالما أُسئ استعمالها، تحمل في طياتها بعض القوة في القضية التي نحن بصددها. غير أن لدي الرغبة بمتابعة هذا العمل بجهد عالٍ سواء كان لدى الروس برنامج لاستكشاف الفضاء أم لا. إِن هدفي، وكذلك أعتقادي، بأن القنابل التي دمّرت وقتلت الكثيرين في هيروشيما وناكازاكي سوف تفتح يوماً ما أبواب السماء أمام الإِنسان.

وبتاريخ 28 حزيران/ يونيو غادر آخر موظف في جنرال أتوميك الموقع القديم الكائن في مدرسة شارع برنارد وانتقلوا جميعاً إِلىٰ الموقع الجديد. كانت نزهة جميلة سيراً علىٰ الأقدام إِلىٰ الجروف العالية في توري باينز Torrey Pines حيث يهب نسيم قوي من المحيط الهادئ في معظم الأمسيات خلافاً للنجود العالية في جنوب كاليفورنيا التي تتعرض للشمس المحرقة. وإِلىٰ الشمال من مزرعة لا جولا فارمز La Jolla Farms توجد قطعة أرض شريطية الشكل تتسلق سفح تل صغير أجرد أتخذها نادي الطيران الشراعي في توري باينز مقراً له، وأعضاء هذا النادي مشاركون في ملكية وصيانة وتشغيل طائرة شراعية بمقعدين وإِطار خشبي وغطاء نسيجي إِضافة إِلىٰ سيارة ونش تعمل علىٰ الغاز من مخلفات الحرب. وإِذا كانت الريح مؤاتية في عطلات نهاية الأسبوع وحضر إِلىٰ النادي عدد كافٍ من المتطوعين، يجري تجميع هذه الطائرة في إِحدى نهايتي ذلك المهبط الشريطي الوعر وغير المرصوف والذي تكون نهايته الأُخرىٰ خلف الجرف. ثم تعطىٰ شارة البدء إِلىٰ سائق الونش فيتحرك للأمام يجر وراءه الطائرة بكبل طوله ربع ميل يحدث في حركته هذه صوت هدير عال ودخاناً. وتنساب الطائرة وتستجمع سرعتها والذين يتعاملون معها يركضون إِلىٰ جانبها وتحلّق عالياً بزاوية شديدة الانحدار وتتحرَّر من الكبل قبل أن يصل الونش إِلىٰ منعطف

الجرف. وإذا كانت المهارة والأحوال الجوية جيدة تستطيع الطائرة التحليق لأميال عديدة تطير بمحاذاة الساحل وحتى ديل مار Del Mar أو ما وراءها، وإن أخفقت المهارة أو توانت الريح فقد تحط الطائرة علىٰ الشاطئ وتتفكك وتتناثر قطعاً في إحدى الأودية شديدة الانحدار التي تتخلل تلك الصخور الرملية العالية.

في أوائل صيف عام 1958 أجرى فريمان حديثاً مع بعض أفراد الطاقم الأرضي وقرَّر علىٰ أثره الانضمام إلىٰ هذا النادي. وصار يقضي عطلات نهاية الأسبوع يحلِّق في طائرة شراعية في توري باينز قبل أن يضطر بعد سنة من ذلك التاريخ لقضاء عطلات نهاية الأسبوع في تقديم العون لتحليق نماذج لمركبة أوريون ذات الدفع بقوة الانفجار في بوينت لوما. يقول في مذكرة كتبها بتاريخ 13 تموز/ يوليو، أي بعد أسبوعين من صدور الإعلان عن وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة: «كنت أقضي زهاء إحدى عشرة ساعة تحت الشمس والريح من الساعة الثامنة والنصف صباحاً وحتى السابعة والنصف مساء. أخرج في الصباح وأجمع أجزاء الطائرة الشراعية، وأمكث إلىٰ المساء حين أفك أجزاءها. أقضي سحابة اليوم وأنا أقوم بأعمال مختلفة، أسحب أحياناً حبل الجر، وأحياناً أُخرىٰ أدفع الطائرة دفعاً يدوياً، وأشياء أُخرىٰ. والذي أعجبني كثيراً في الطيران الشراعي أن ثمة دوماً أشياء تفعلها إن لم تكن محلّقاً بالطائرة، أضف إلىٰ ذلك تلك الفئة من الأشخاص الودودين. وبالطبع كان أفضل ما نقوم به في اليوم رحلتان بالطائرة واحدة مدتها خمس عشرة دقيقة والأُخرىٰ عشر دقائق. تبدأ الطائرة التحليق وهي مشدودة إلىٰ حبل يجره الونش، ثم تتحرّر من الحبل وتطير مستفيدة من قوة الرياح، ترتفع فوق الصخور العالية. في هذا اليوم كانت الريح مؤاتية، وكان بمقدورنا أن نبقى في الجو ما شئنا، ننظر فنرى البحر المحيط أسفل منا في أحد الجانبين وعلىٰ الجانب الآخر نرى الصخور الصفراء».

CALCULATION SHEET

GENERAL ATOMIC
DIVISION OF GENERAL DYNAMICS CORPORATION

W.O.
BY SHEET
SUBJECT DATE July 5 1958 LOCATION

A Space-Traveler's Manifesto.

Freeman J. Dyson.*

Either through inadvertence, or by a deliberate act of wisdom, the American government has announced to the public that we are working on the design of a space-ship to be driven by atomic bombs. A propulsion system of this type was proposed several years ago by Stanislaus Ulam at Los Alamos. The idea was revived, improved, and energetically developed by Ted Taylor, who is now the leader of our study project at General Atomic. Since the government announcement has been made, I feel free to make public a personal statement of the hopes and aims which impel me to take part in this work.

* On leave of absence from the Institute for Advanced Study, Princeton, N.J. Now at General Atomic Division of General Dynamics Corporation, San Diego, California.

الصفحة الأولى من «بيان إلى المسافرين في رحلات فضائيَّة»، 5 تموز/ يوليو 1958.

بتاريخ 2 آب/ أغسطس، وبعد أن حلّق في الجو ثلاث مرات، كتب فريمان في مذكراته: «أجهزة التحكم غريبة بعض الشئ. يتوقع المرء أن يجد مقوداً مثل مقود السيارة، ولكن لا يوجد شيء كهذا. تحرّك جهاز تحكّم ولا يحدث شيء لبضع ثوان، ثم يبدأ بالدوران سريعاً جداً فتضطر لتحركه إلىٰ الوراء بقوة وبالاتجاه الآخر. لا أزال أشعر بالخوف، وهذا ما يجعله ممتعاً». هذا التلكؤ في زمن الاستجابة يشبه إلىٰ حد بعيد ذاك التلكؤ الحاصل في منظومة التحكّم التي حلّلها مؤخراً فريمان من أجل مركبة أوريون طراز قنبلتين في الثانية: تدير دفة المركبة من خلال تغيير مواضع القنابل، وعيك أن تسمح ببضع دورات نبضة قبل أن يبدأ تنفيذ التغيير في المسار. وقد تعلّم فريمان أيضاً كيف يشغّل الونش الذي وصفه بأنَّه «آلة تبعث علىٰ الخوف، عليك أن تدوس بقوة علىٰ المسرّع حتى تسمع له صوتاً عند نقطة معينة (إذ لم يوجد فيه عداد السرعة) وبعد ذلك ترفع القدم تدريجياً. كان خوفي منه أشد من خوفي من الطائرة الراعية. واليوم قدت الونش عشر مرات لأجر الطائرة، وقال الطيارون إنها كانت جيدة ومرضية. لذلك فأنا اليوم «اجتزت أمتحان الونش»».

يعتقد فريمان أن تلك الروح التعاونية المحبة للمغامرة التي لمسها في نادي الطيران الشراعي هي المطلوب من أجل استعمار الفضاء. وحيث أنَّه كان يستجمع كل ما لديه من شجاعة ليتقبّل ذلك الشد نحو الأعلى فوق الصخور العالية بسرعة 60 ميلاً بالساعة ازدادت الفرص أمامه ليكون علىٰ متن مركبة أوريون عندما تعطي إشارة الإنطلاق. فقد جاء في مذكراته بتاريخ 16 آب/ أغسطس: «حلّقت خمس مرات وكنت أشعر في كل مرة أنني أفضل من سابقتها. لم أشعر بالخوف الذي أحسسته في أول مرة وهذا شيء جيد، لا سيما وأنني كنت أستمتع بالهبوط وبدأت أشعر بالقدرة علىٰ الهبوط في البقعة المطلوبة».

في عطلة نهاية ذلك الأسبوع أنهى فريمان تقريره المؤلَّف من اثنتي عشرة

صفحة بعنوان «الرحلات إِلىٰ أَقمار الكواكب الخارجية» الذي فيه يتحدَّث عن جدوى القيام برحلات إِلىٰ أَقمار المشتري وزحل ثم العودة إِلىٰ الأَرض. وكانت وجهة نظري بخصوص «تناقص السرعة حين الهبوط علىٰ التابع الفلكي» كالنحو التالي:

$$I_s = \sqrt{U_s^2 + [V_s - 2V_s^2 / \sqrt{U_p^2 + 2V_s^2}\,]^2}$$

وقد وردت العبارة التالية في مقدمة تقريره: «إِن أَقمار الكواكب الخارجية هي الأماكن الوحيدة التي نعرف أنها بكل تأكيد تحتوي علىٰ الهيدروجين بكميات كبيرة ويمكن الوصول إِليها عبر مركبة فضائيَّة. إِضافة لذلك، فإِن هذه الأَقمار تستطيع أن تمدّنا بكميات غير محدودة من العناصر الخفيفة الأُخرىٰ مثل الكربون والنيتروجين والأكسجين، وهي عناصر ضرورية للحياة وتفيد في استخدامها وقوداً دفعياً. كما أن السرعات العالية جداً للإِفلات من الجاذبية في تلك الكواكب الخارجية، والتي تشكِّل عائقاً أمام الهبوط علىٰ تلك الكواكب، تشكِّل عاملاً مساعِداً للهبوط علىٰ أَقمارها».

ثم يقدِّم لنا فريمان التوضيح التالي: «تشير الطبيعة العامة لخطة المناورة إِلىٰ ما يلي: تنطلق المركبة من الأَرض بأتجاهٍ موازٍ لسرعة الأَرض في مدارها في اللحظة التي تتيح لها أن تضع المركبة في مدار إِهليلجي يتقاطع مع الكوكب P. وتقترب المركبة إِلىٰ أقرب مسافة ممكنة من سطحه، عندئذ تبدل سرعتها لكي تدور حوله في مدار إِهليلجي. ويتم اختيار هذا المدار الإِهليلجي بحيث تصل إِلىٰ مدار القمر مماسياً، وهنا تبدّل المركبة سرعتها للمرة الأخيرة من أجل الهبوط علىٰ القمر».

والسبب الرئيسي الذي جعلهم يفكرون في الهبوط علىٰ أحد تلك الأَقمار هو الحصول علىٰ وقود دفعي، وذلك بعد استبعاد المصدرين الآخرين لهذا الوقود، وهما: الكواكب الغازية العملاقة، وهي ضخمة جداً يكاد الهبوط عليها

يكون مستحيلاً، والمذنبات التي تدور بسرعة كبيرة جداً يصعب العثور عليها. لهذا بدت أَقمار الكوكبين، المشتري وزحل، أفضل مكان يمكن التوقف فيه. يقول فريمان: «إِنها بكل تأكيد تمتلك المادة المناسبة التي نريدها. ونحن نعرف أين هي. غير أن المشكلة في أَقمار المشتري أن حقل جاذبية هذا الكوكب قوية جداً، لذلك من الصعب أن نحصل علىٰ سرعة تناسبه، وحالما تشرع المركبة في الهبوط علىٰ سطحه تندفع بسرعة عالية جدا يصعب معها مجاراة سرعة القمر. لهذا فإِن أَقمار زحل أكثر سهولة. وليس زحل بقدر ضخامة المشتري».

ويمضي قائلاً: «لم نكن نعرف الكثير عن تلك الأَقمار آنذاك. ولكن يبدو القمر إِنسيلادوس مناسباً جداً. كنا نعرف أن كثافته تساوي 0,618، وهذا يعني أَنَّه جليد ومركبات الكربون والهيدروجين، أشياء خفيفة، وهذا ما نحتاجه حقاً من أجل الحياة والوقود الدفعي. وهذا يعني أن بمقدور المرء أن يتصور زراعة الخضار. إِضافة لذلك فإِن جاذبية هذا القمر البالغة خمسة بالألف من الجاذبية الأَرضية (g) تعد لطيفة ومقبولة، وتكفي لإِبقاء الإِنسان علىٰ سطحه، دون أن يطير».

وبعد أن أجرى تفاصيل الحسابات لعدة رحلات تمثيلية، ذكر فريمان في تقريره: «يمكن تلخيص هذه الأرقام بصورة تقريبية كما يلي: تتطلّب رحلات الذهاب والعودة إِلىٰ أَقمار المشتري لمدة عامين زيادات في السرعة الإِجماليَة من مرتبة 60 كم/ ثا. وتتطلب رحلات الذهاب والعودة إِلىٰ أَقمار زحل لمدة ثلاثة أعوام زيادات في السرعة الإِجمالية من مرتبة 80 كم/ ثا. وبالنسبة لمنظومة أوريون التي تعمل بسرعة انفلات مجدية قدرها 50 كم/ ثا تحتاج هذه الرحلات إِلىٰ نسبة كتلة قدرها 3: 3 و5: 0 علىٰ التوالي، وتصميم المركبة يجب أن يكون مختلفاً عن التصميم المعتمد في النموذج الأصلي الذي يفترض به أن يصل إِلىٰ السرعة 20 كم/ ثا مع نسبة كتلة تساوي 1: 5. ولكن يبدو أَنَّه لا يوجد سبب يدعونا لعدم صنع مركبات ذات نسبة كتلة تساوي 3: 3 أَو 5: 0»

فكل تبدّل في السرعة يضيف كلفة إِضافية معينة في القنابل. وكل قنبلة بدورها تضيف كلفة معينة في كتلة الإِقلاع. ونسبة الكتلة هي عملياً الكتلة التي تبدأ الرحلة بها ونسبتها إِلىٰ الكتلة التي تتخلى عنها عندما تعود. ومثال ذلك نسبة الكتلة في رحلة الذهاب والعودة لمركبة أبولو إِلىٰ القمر هي 600 إِلىٰ 1 تقريباً.

وقد رأى فريمان طريقتين لتحسين الوضع في أوريون: تتمثَّل الطريقة الأولى في استخدام مكابح جوية لخفض عدد القنابل. والواقع أن كمية كبرى من الوقود تستهلك في إِبطاء السرعة عند الوصول إِلىٰ زحل، وأيضاً عند إِبطاء السرعة حين العودة إِلىٰ المدار حول الأَرض. وقد أوضح فريمان ذلك بقوله: «من المرجح أن نعمل علىٰ إِنقاص السرعة من خلال الاجتياح عبر الطبقات الخارجية للغلاف الجوي للكوكب ودون أن نصرف شيئاً من الوقود الدفعي. وإِذا كان هذا ممكناً، فإِن زيادات السرعة المجدية لرحلة ذهاب وعودة تخفض كثيراً». وستكون عودة مركبة أوريون بعد رحلة إِلىٰ الكواكب الخارجية استغرقت ثلاث سنوات عظيمة الشأن مثلما كانت انطلاقتها عند بدء الرحلة، حيث تدنو من الأَرض بسرعة 30 كم/ ثا (حوالي 60000 ميل بالساعة) وبحيث تكون الصفيحة الدافعة نحو الأَرض وتطلق عدداً من القنابل في تتابع سريع وتغيّر مسارها ليصبح في مدار إِهليلجي ثم تخترق الطبقات العليا من الغلاف الجوي باندفاعات نارية ناجمة عن الاحتكاك بالغلاف الجوي.

ويتمثَّل الجزء الثاني من هذه الاستراتيجية بمحاولة الحصول علىٰ الوقود الدفعي من أجل رحلة العودة من المقصد النهائي للمركبة، وبهذه الطريقة يمكن تخفيض وزن القنابل عند الإِقلاع. وهنا يوضح فريمان سبب اختيار القمر إِنسيلادوس مكاناً للتوقف، فيقول: «نفترض أننا نستطيع استخدام الجليد أَو الأمونيا أَو مركبات الكربون والهيدروجين وقوداً دفعياً. ونفترض أيضاً أن كل وحدة دفع تحتوي علىٰ ثلث كتلتها بشكل قنابل وأجزاء صنعية أُخرىٰ، وثلثي الكتلة وقوداً دفعياً. وهذا يعني أَنَّه في حال وجود إِمكانية لإِعادة التزوّد بالوقود

الدفعي فإن ثلث الكتلة اللازم لرحلة العودة يمكن حمله من الأَرض». وعندما تُؤخذ هذه الأرقام جميعاً بالاعتبار تعطينا نتيجة نهائية مدهشة. وهذا ما يوضحه فريمان: «باستخدام مقاومة الهواء يمكن القيام برحلة ذهاب وعودة إلىٰ أَقمار المشتري أَو أَقمار زحل بزيادة في السرعة الإِجمالية من مرتبة 40 كم/ ثا. وباستخدام المكابح وإِعادة التزوّد بالوقود تصبح جميع التوابع الفلكية سهلة الوصول في رحلة ذهاب وعودة ونسبة كتلة تقل عن (2)».

وهذا يعني أن الجيل الأول من مركبة ذات سرعة 20 كم/ ثا صُمِّمت لرحلة تجريبية إِلىٰ المريخ يمكن بسهولة أن تصبح ذات سرعة 40 كم/ ثا وتغادر الأَرض في رحلة إِلىٰ الكواكب الخارجية في غضون بضع سنين. ومن هنا جاء الشعار المعتمد لمركبة أوريون «إِلىٰ زحل قبل عام 1970». وقد أنهى فريمان تقريره بما يلي: «إِن منظومة أوريون المصمّمة خصيصاً للاستفادة الفائدة القصوى من قوانين ميكانيك الأجرام السماوية سوف تتيح لنا إِمكانية القيام برحلات ذهاب وعودة إِلىٰ أَقمار المشتري في غضون سنتين وإِلىٰ أَقمار زحل في ثلاث سنين، وبحيث تتضمن كل من الرحلات هذه إِقلاعاً وهبوطاً في كلتا نهايتي الرحلة. وباستخدام الكواكب الخارجية مواقع ارتباط نستطيع القيام برحلات ذهاب وعودة إِلىٰ الأَقمار التابعة لها وبزيادات إِجمالية بالسرعة تُعد صغيرة جداً. كما أن احتمال تزوّد المركبة بالوقود الدفعي من تلك الأَقمار لن يجعل هذه الرحلات أكثر صعوبة من رحلات إِلىٰ المريخ».

يسترجع هاريس ماير ذكرياته عن تلك الأحداث فيقول: «كانت هذه المهمة الرحلة الكبرى في المجموعة الشمسية. غير أننا فكّرنا بها أيضاً كمشروع تجاري وذلك بسبب ما تستطيع المركبة أن تأخذه من حمولات. ويمكن أيضاً جلب أشياء مختلفة من الفضاء. ففي تلك الأيام، وأقصد عام 1958، لم يكن يساورنا أي قلق بشأن الإِقلاع من الأَرض، وكنا نعرف كيف ننفذ التفجيرات النووية في الغلاف الجوي، ونعرف أيضاً أن خصائص ذلك تختلف عما هي في

الفضاء، وأننا نستطيع الاستفادة من كل هذا. لذلك كان علينا الانتظار إِلىٰ وقت متأخر جداً لنطلق هذه المركبة إِلىٰ الفضاء بطريقة أُخرىٰ».

وبخصوص الخطة التي وضعها فريمان، يضيف ماير قائلاً: «أجل، لقد أراد الذهاب في الرحلة. أما أنا فلم أملك تلك الشجاعة. أنظر! إِنني أعرف ما يكفي عن الفضاء، وأعلم أَنَّه أمر محفوف بالأخطار، ومن يفكر بالذهاب، لا بد أَنَّه فقد عقله. لكن روّاد الفضاء في هذه الأيام رجال يتصفون بالشجاعة وحب المغامرة. لقد أراد الذهاب إِلىٰ القمر أنسيلادوس. والمثير في هذا كله أَنَّه كان يأتي ويحدّثني عن ذلك وكأن الأمر قد أُعدت عدته، وبات جاهزاً».

بعد أربعين عاماً جلست وفريمان نستعرض تقريراً من صفحتين كتب بخط اليد علىٰ أوراق رسمية من شركة جنرال أتوميك يتضمن بعض الحسابات، عنوانه «التوابع الفلكية للكواكب الخارجية» يعود تاريخه إِلىٰ عام 1958 أَو 1959. يذكر التقرير نحو عشر قِيَم متغيرة مختلفة لتسعة أَقمار مختلفة مثل سرعة القمر في مداره، وسرعة الانفلات من الجاذبية والكثافة، والجاذبية التي تحدِّد ملاءمة هذه الأَقمار لتكون أماكن للتوقف. وينظر فريمان إِلىٰ تلك الأرقام ويبتسم.

ويقول: «ومع ذلك يبدو القمر إِنسيلادوس مكاناً جيداً».

19

قوة عسكرية في أعماق الفضاء

يقول دون بريكيت Don Prickett البالغ من العمر اثنين وثمانين عاماً حين كتابة هذه السطور ويتمتع بصحة جيدة: «لقد شاركت فيما يزيد عن مائة تجربة جوية بين عام 1951 وحتى تطبيق معاهدة حظر التجارب النووية في الجو. وأجرينا عدداً من التجارب في صحراء نيفادا في فصل الربيع من كل عام إضافة لبعض التجارب في كل سنة فوق المحيط الهادي. كانت سلسلة التجارب في نيفادا تتضمن ثمان عشرة وربما عشرين طلقة. وتتراوح قوة التجربة بين كيلو طن واحد إلىٰ عشرين كيلو طن، أَو أربعين، وربما خمسين، أي شيء من هذا القبيل. ومع كل طلقة، وكل سلسلة تجارب، كنت آخذ الجرعة القصوى. وحالما تصل إلىٰ الحد الأقصى لا نقترب منه ثانية، ومع كل سلسلة من التجارب أتلقى اثنين راد [وحدة الجرعة الإِشعاعية المختصة]. وعندما تقول اثنين راد في هذه الأيام يصاب الناس بالإِغماء».

يقيم دون بريكيت مع زوجته ماري في بيت من جذوع الأشجار كان قد اَبتناه هو ووالده الذيكان ينقب عن الذهب ويعمل في المنجم علىٰ ارتفاع 7500 قدم في جبال سان جوان قرب مدينة دورانغو بولاية كولورادو حيث يطل علىٰ نهر فاليسيتو ومياهه الغنية بسمك التروتة وهو من أنواع سمك السلمون المرقط. وكانت وجبته الغذائية تتضمن فطائر شديدة التحمّر ابتكرها من مستنبت زرع فيه

البكتريا عندما كان طالباً يدرس الفيزياء في عام 1946. وكان يشارك بنشاط وفاعلية في أعمال التنقيب عن الذهب، ولا زال ينقب عنه بصفة شخصية. يقول لو آلن Lew Allen، رئيسه السابق في مركز الأَسلحة الخاصة التابع للقوى الجوية: «كان لدون مشاريع عديدة للحصول علىٰ الذهب، لكن شيئين اثنين كانا يعوقان عمله، أولهما انخفاض سعر الذهب خلال السنوات العشرين أو الثلاثين الماضية، وثانيهما الفاعلية التي كان يمتلكها أوائل المنقبين عن الذهب والتي يكاد لا يصدقها المرء».

تلقى دون بريكيت تدريبه في الفيزياء وفي التنقيب، وعمل في مجال الأَسلحة النووية زهاء نصف قرن من الزمن واشتملت أعماله علىٰ خامات اليورانيوم وتأثيرات الأَسلحة. يتحدث عن نفسه فيقول: «اْشتغل والدي كثيراً في التنقيب عن اليورانيوم. وكان لديه مثقب ألماسي كان يستخدمه في الحفر حتى عمق 100 إلىٰ 200 قدم. وكان عليه أن يأخذ عينة مما يستخرجه للفحص بعداد غيغر Geiger ويرى مقدار ما فيها من أشعة. وقد وجدنا مادة جيدة منه إلىٰ الشمال الشرقي من مدينة البوكرك، لكنها لم تكن صالحة بما فيه الكفاية، ذلك أن كل المادة الصالحة كانت قد سُلبت قبيل أن نصل إلىٰ المكان ونبدأ التنقيب. وفي تلك الأيام كانت هيئة الطاقة الذرِّيَّة تنقض لتستولي علىٰ أي شيء يبدو صالحاً. ويمكن للمرء أن يعتمد علىٰ هذه الهيئة في سبيل تسويق المادة، أَو ربما تقوم هي بشرائها، أَو تعقد الأمر بحيث يصعب استثماره».

وكان من الطبيعي أن يهتم دون بريكيت بالفيزياء النووية. لم يقنع بأن يظل في المجال النظري فقط أَو حتى في المجال التجريبي، بل أراد أن يعمل في تطوير الطاقة الذرِّيَّة من جميع نواحيها وعبر الاتصال المباشر. وفي هذا يقول: «عندما كنت طالباً في جامعة أوهايو كان طموحي الكبير أن أكون الطيار التجريبي لطائرة تعمل بدفع نووي». وفي عقد الخمسينيات، وقبل أن يعود إلىٰ البوكرك ليخلف إِد غيلر Ed Giller في إِدارة قسم البحوث في مركز الأَسلحة

الخاصة التابع للقوى الجوية، عمل بريكيت في قسم البحوث والتطوير التابع للبنتاغون، حيث يقول: «كل شيء له علاقة بالأَسلحة النووية كان يمر عبر مكتبي. وإِذا كان غير متوافق من حيث الانفجار أو الإِشعاع أَو النووي الحراري، أَو إِذا كان له علاقة بالتأثيرات علىٰ الطائرات أَو علىٰ البواخر، أَو أي شيء آخر، فهذه جميعاً ضمن اختصاصي. كنت مدير البرامج لهذه المشاريع كلها. وكنت حاضراً في تجربة «القنبلة الكبرى» في موقع بيكيني للتجارب [في المحيط الهادي]». تلك كانت تجربة Castle Bravo، أول تجربة لقنبلة هيدروجينية باستخدام الوقود الصلب ودرجة حرارة الغرفة. وقد أجريت بتاريخ 28 شباط/ فبراير عام 1954، كان مردودها 15 ميغا طن، أي ثلاثة أضعاف ما كان متوقعاً لها وقد أحدثت كرة نارية تجاوز قطرها ثلاثة أميال.

يقول بريكيت في وصفه للطريقة التي اتّبعها بالتعاون مع القبطان البحري جورج مالومفي George Malumphy لتحريك سفينة تجارية تعمل بالتحكّم عن بُعد نحو مسار الغبار الذري المتساقط عن القنبلة لاختبار فاعلية نظام الغسيل الآلي الذي تم تطويره من أجل إِزالة التلوث من سطح الطائرة: «لقد شاهدت حتى ذلك الحين ما يقرب من خمسين تجربة علىٰ الأقل، أجريت في الجو في موقع التجارب، ولم أكن خائفاً. كنت أعلم أَنَّها ستكون انفجاراً ضخماً. كنت ومالومفي نبعد نحو ثلاثين ميلاً عن نقطة الصفر. وعندما صدر الأَمر بالبدء بالعد التنازلي وضعنا النظارات السوداء. ثم أطلقت القنبلة وانقضت دقيقتان كاملتان قبل أن نخلع النظارة السوداء. كان الأمر رهيباً جداً عقد ألسنتنا، وكل ما استطاع مالومفي قوله «يا إِلهي، يا إِلهي، يا إِلهي!»».

كانت هيئة الطاقة الذرِّيَّة تطلق القنابل في حين كانت وزارة الدفاع تفعل كل ما بوسعها للحصول علىٰ أكبر قدر ممكن من المعلومات من كل طلقة حول تأثيرات الأَسلحة. يقول بريكيت إِن معظم المشاريع التي عمل عليها «كانت مشاريع تطوير من هيئة الطاقة الذرِّيَّة يقصد بها الحصول علىٰ أية معلومات

ممكنة». وقد اختارت جماعة بريكيت طلقة أُخرىٰ من سلسلة تجارب Castle لاختبار الاستجابة البنيوية في الطائرة القاذفة B-47 للانفجار، وذلك بجعل الطائرة تحلّق تحليقاً خطراً قرب المكان الذي تقرر أن يجري تفجير القنبلة فيه. فهو يقول مستعيداً ذكرياته: «كانت هيئة الطاقة الذرِّيَّة تشعر بالخوف الشديد إِزاء اقتراب الطائرات من أماكن الإِطلاق. ولم يكن باستطاعتها أن تتحمل حملة دعائية تتعلق بحدوث حادث ما لذلك كانت متحفظة للغاية. وكنا قد أجرينا كافة الدراسات النظرية والاختبارات الستاتيكية للقاذفة B-47 في معامل رايت باترسون Wright Patterson وأردنا أن نضعها في الموضع للحصول علىٰ نحو ثمانين بالمائة من الحمولة الحدية للتصميم من أجل تأثير الانفجار. وهكذا تمت الموافقة علىٰ المشروع رغم أن هيئة الطاقة الذرِّيَّة لم تكن سعيدة بهذه الموافقة. وعندما حان أوان وضع الطائرة في الموضع المخصص كانت هيئة الطائرة الذرِّيَّة تتحكّم بجانب السلامة والزناد الخاص بالطلقة. وقد وضعنا نمطاً خاصاً بالتتبع يتضمن تحكماً بالرادار ومواقع تفتيش لذلك كنا نعلم بدقة ماذا يحصل وأين نكون خلال ثانية أَو نحوها. وعندما وصلنا إِلىٰ مرحلة الموافقة النهائية قبل زمن الإِطلاق تراجعت هيئة الطائرة الذرِّيَّة وقالت: «أنتم قريبون جداً. نحن لا نصدق حساباتكم، ويتعين عليكم أن تتراجعوا عن ذلك». وقلنا لهم إِن ذلك يعطينا فقط 50٪ من الحمولة، وهذا يدمِّر المشروع. فقالوا «هذا ليس شأننا، وهذا كل ما لدينا» لم نقل شيئاً، بل قلنا «حسن» وذهبنا لنتحدث إِلىٰ الطيار الذي سوف يقود الطائرة. وهو يدرك كل ما فعلنا من أجل التجربة، فقال «سوف أهتم بذلك، لا تقلقوا، سوف أهتم» وبعد أن لامس نقطة التفتيش الأخرة سكب الفحم واُتخذ الموضع عينه الذي أردناه له. وحصلنا علىٰ ما نريد لكن هيئة الطائرة الذرِّيَّة لم تعرف بالأَمر».

في ربيع عام 1958 ذهب تيد يحمل بيده شخصياً اقتراح جنرال أتوميك بخصوص مركبة فضاء عمل بدفع من القنابل إِلىٰ البنتاغون. وهذا هو المكان الوحيد، بعد هيئة الطائرة الذرِّيَّة، الذي تمكن فيه مناقشة مشروع له علاقة بآلاف

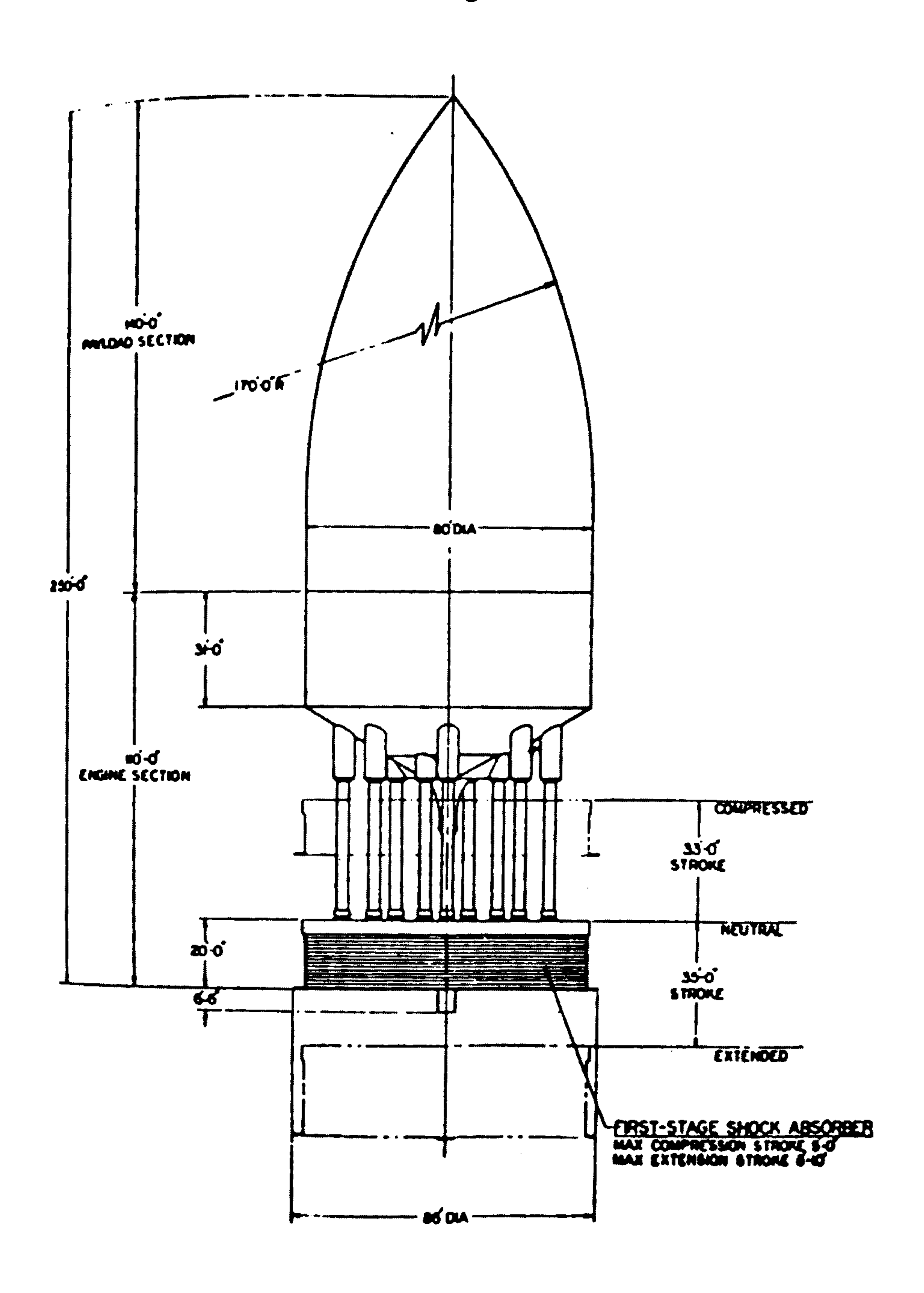
القنابل النووية. وفي هذا الصدد يقول دون بريكيت: «تلقيت المشروع الأولي عندما كنت مسؤولاً عن القسم النووي في إدارة البحوث والتطوير في البنتاغون. والتقيت تيد عندما جاءني هذا الاقتراح. أذكر أنَّه كان مشروعاً تصورياً لا يتضمن الكثير من التفاصيل، لكنه اشتمل علىٰ معلومات استحوذت علىٰ اهتمامنا». لم يكن مبدأ هذا المشروع بعيداً عن العقل والتصديق من وجهة نظر دون بريكيت. ففي الطيف الإجمالي لتأثيرات الأَسلحة النووية لا تعد عملية إطلاق مركبة أوريون بوزن 4000 طن إلىٰ المدار فوق انفجارات متسلسلة بمردود كيول طن واحد توسعاً مبالغاً فيه. فهو يقول: «إن ذلك واحدة من الإمكانات التي لم تصل إلىٰ مداها. كنا جميعاً في حماس شديد لها. واعتقدنا أن أمامنا شيئاً سيكون في نهاية المطاف عظيماً، لكنه لم يكن صحيحاً من الناحية السياسية. الجميع يعلمون أَنَّه سوف يتحقَّق لكن هذه هي الطريقة الوحيدة لاتخاذ الخطوات الكبرى».

لكن مشكلة البنتاغون تتمثّل بكيف يسوّغون رعايتهم لمشروع أوريون في ظل غياب أية مقتضيات عسكرية محددة لإرسال حمولات تزن ألف طن إلىٰ الفضاء الخارجي. وقد رسمت الحدود الفاصلة بين برامج الفضاء العسكرية والمدنية قبل تأسيس وكالة الفضاء الأَمريكية ناسا NASA. يقول برونو أوغنشتاين Bruno Augenstein: «كانت معركمة طويلة داخل البيت الأبيض حول ما إذا كان برنامج الفضاء المعروف باسم مرحلة ما بعد سبوتنيك سيعتبر برنامجاً مدنياً أم برنامجاً عسكرياً. وقد كان تصويت الأغلبية آنذاك إلىٰ جانب ناسا NASA، لكنها كانت فترة زمنية بالغة التعقيد. كان الجنرال لوماي Le May ينادي بأن تكون قيادة القوى الجوية هي المسؤول الوحيد علىٰ كامل برنامج الفضاء الوطني. وفي وقت من الأوقات اقترحت القوى الجوية فكرة تشكيل قوة خاصة للرحلات عبر الكواكب. وهذا يوضح مقدار ما لديهم من مغامرة. لقد تميزت تلك الأيام بالانفعالات». والواقع أن وضع مشروع لرحلة استكشاف فضائي مأهول تحت إشراف القوى الجوية مباشرة كان أمراً متعذراً من الناحية السياسية

عام 1958. فالجيش الأَمريكي الذي له أصدقاء كُثُر في المستويات العليا، كان يخشى شيئاً واحداً فقط أكثر من خشيته لقاء رواد فضاء سوفيات علىٰ سطح القمر، ألا وهو أن يجد القوى الجوية الأَمريكية قد سبقته إِليه. وكان الجيش الأَمريكي قد تنازل عن الأَسلحة النووية لصالح هيئة الطائرة الذرِّيَّة عام 1946، كما أن الطلب من هذه الهيئة التخلي عن فيرنر فون براون Wernher von Braun وبرنامجه لرحلات فضائيَّة مأهولة لصالح ناسا لا يزال عام 1958 مبكراً سنتين قبل أوانه.

من جهة أُخرىٰ أوكلت رعاية وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة لمشروع أوريون إِدارة مؤقتة إِلىٰ قيادة القوى الجوية، في حين احتفظت بمقعد لوكالة الفضاء الأَمريكية ناسا علىٰ الطاولة القيادية، حيث كان من المتوقع أن تتدخّل هذه الوكالة وتتسلم القيادة حالما يصدر التفويض لها من الكونغرس. وعندما أحجمت ناسا عن دعم مشروع أوريون تولت القوى الجوية مسؤولية المشروع لعدم وجود من يقوم بهذا الدور غيرها. وحين أنهي دور وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة في الفضاء قبيل انتهاء عهد إِدارة الرئيس أيزنهاور حيث كان لهيربرت يورك الدور الأكبر في ذلك، انتقلت المهمات العسكرية لمثل هذه المشاريع إِلىٰ القوى الجوية بينما انتقلت المهمات السلمية المماثلة إِلىٰ ناسا NASA. وبسبب القنابل وقع مشروع أوريون بين هاتين الجهتين. يقول فريمان في مرحلة لاحقة: «يذكرنا وضع وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة آنذاك بتقسيم بولونيا بين بروسيا وروسيا في القرن الثامن عشر. وقد بذل تيد جهوداً جبارة لإِثارة اهتمام ناسا بمشروع أوريون، لكن جهوده هذه لم تحرز أين نجاح». ويصف تيد نفسه ذلك المأزق بقوله: «كان المسؤولون في القوى الجوية يعرفون الكثير من التفاصيل عن تصاميم الأَسلحة النووية، في حين لم تفهم ناسا شيئاً البتة عن عمل أوريون».

وبالطريقة نفسها التي أكّد بها تيد لوالدته أَنَّه لن يقوم بصنع الأَسلحة قبل



مركبة أوريون بوزن 4000 طن، النسخة ذات الحمولة العسكرية من الشحنات حوالي عام 1962.

ذهابه للعمل في لوس ألاموس طمأن فريمان والدته حين قبل العمل في جنرال أتوميك أن مشروع أوريون بالرغم من وجود القنابل به ليس بارجة حربية. وذكر في رسالة بعث بها إِليها من لا جولا في شهر أيار/ مايو 1958: «نحن سعداء للغاية لأننا سوف نكون تحت رعاية غير عسكرية. ولحسن الحظ ما زال العسكريون علىٰ قناعتهم بأننا مجانين ونحن لا نحاول إِطلاقاً أن نغيّر رأيهم هذا». ومع أن هذا الأمر كان صحيحاً علىٰ المستويات السياسية العليا إِلاَّ أن الفيزيائيين العاملين في القوى الجوية في البوكرك كانوا من أشد المؤيدين حماساً لهذا المشروع منذ بداياته وحتى نهايته. حتى أن العقد الذي يجري تمويله من وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة قد تمت صياغته لدى قيادة البحوث والتطوير في القوى الجوية، كما عهد إِلىٰ مركز الأَسلحة الخاصة التابع للقوى الجوية بمهمة المراقبة اليومية لمجريات العقد، والتي استقرت في النهاية بأيدي الضباط الجويين من أمثال لو آلن وإِد غيلر ودون بريكيت، حيث يقول إِد غيلر «أطلقنا تسمية «Putt Putt» علىٰ هذا المشروع، وهذا ما يجعل الأشخاص ذوي الصفة الرسمية ينظرون شزراً».

عندما وُضع المشروع برعاية مركز الأَسلحة الخاصة ابتدأ البحث عن تطبيقات عسكرية لن تكون مسوغاً للانتقال من مشروع دراسة جدوى بكلفة مليون دولار إِلىٰ مشروع بكلفة عشرات الملايين من الدولارات من أجل البدء بالتطوير والشروع بالتجارب النووية. وكان المكان الأول الذي يتوجب الذهاب إِليه من أجل تفكير طويل المدى حول مسائل لها صلة بالقوى الجوية في عقد الخمسينيات هو RAND الذي يصفه فريمان بأَنّه «الملاذ الذي إِليه يلجأ الناس الذين تتعثر أمورهم مع المؤسسة». وكان جواب RAND رداً علىٰ طلب يقترح بعض المهام الممكنة بقولها: «إِن احتمالات دراسة التطبيقات العسكرية لمركبة فضائيَّة ذات حمولة من مرتبة الضخامة التي تقترحونها تثير بكل تأكيد اهتمام العديد من الأشخاص في هيئة البحوث لدينا، سيما وأن حمولة المركبة التي

تتحدَّثون عنها تعادل ضعف ضخامة أي شيء قمنا بدراسته في الماضي». وأخذت RAND تستعرض مشروع أوريون بشكل دوري خلال السنوات القليلة التالية ورغم أَنَّها كانت عموماً شديدة الحماس بخصوص الجدوى التقنية له إِلاَّ أَنَّها لم تستطع أن تحدِّد أية تطبيقات عسكرية فورية لشئ بهذه الضخامة. ومن حظ أوريون العاثر أن المحلِّلين في RAND كانوا علىٰ علم جيد بتفاصيل برنامجين سريين ـ هما برنامج الاستطلاع الفضائي باستخدام الأقمار الصناعية وبرنامج الصواريخ البالستية عابرة القارات ذات الدفع النووي الحراري ـ سيكون لنجاحهما شأن كبير في إِلغاء الحاجة إِلىٰ منصات الرد الانتقامي أَو الاستطلاع البشري.

وقد جاء في تقرير وضعه فريمان في شهر أيار/ مايو 1959 عندما أشرفت السنة الأولى للتمويل القادم من مشاريع البحوث المتطوّرة علىٰ نهايتها: «علينا أن نواجه مشكلة معنوية أَو أخلاقية عندما نقرّر فيما إِذا كنا سنعتمد علىٰ دعم رئيسي من القوى الجوية أَو من ناسا. وبطبيعة الحال فإِن القوى الجوية مهتمة كثيراً بالمركبة التي نحن بصددها، وبصورة رئيسية كسلاح عسكري، في حين يفترض في ناسا أن تكون مهتمة بها لأغراض الاستكشاف العلمي. لذا يفترض بنا أن نعمل مع ناسا وأن نبتعد عن القوى الجوية. لكن القضية من الناحية العملية ليست بهذه البساطة. أولاً، ليس ثمة أدنى شك بأَنَّه حالما تحلِّق مركبتنا فسوف تصر كل من القيادة الجوية وناسا علىٰ الحصول علىٰ واحدة. لذلك، ليس هناك فارق كبير بخصوص من سيدفع من أجل التطوير الأولي. وثانياً، القيادة الجوية أقل بيروقراطية من ناسا لذلك فهي علىٰ العموم أكثر سهولة في التعامل. ومن هنا قرّرنا أن نبقى إِلىٰ جانب القوى الجوية للوقت الراهن علىٰ الأَقل. وأعتقد أن هذا قرار حكيم، ناهيك عن التفكير بصنع مركبة فضائيَّة من هذا النوع دونما اعتبار لنتائجها العسكرية حيث أن ذلك لن يكون سوى خداع للذات. وبالطبع نحن جميعاً نشعر بالأسف لدخول الجوانب العسكرية في هذه الصورة. ولكن هذه هي طبيعة الأشياء».

وخلافاً للمركبات أبوللو التي حملت رواد الفضاء إلىٰ القمر كانت أوريون مركبة قابلة للاستخدام ثانية وتفي بجميع الأغراض. والمركبة الأساسية ذاتها يمكن أن يُستفاد منها كسفينة تجارية، أَو سفينة أبحاث أَو منصة استطلاع أَو مركز قيادة مداري أَو بارجة حربية حسبما تقتضي الظروف. وقد ابتدأت التطبيقات العسكرية المحتملة بالاقتراح الأساسي الذي تقدّم به فريمان والقاضي «بإحداث مركز مراقبة ورصد علىٰ سطح القمر يتضمن تلسكوباً بحجم معقول حيث يكون هذا المركز ذا فائدة عسكرية هامة لصالح الفريق الذي يصل إلىٰ هناك قبل غيره»، وغدت هذه التطبيقات أكثر طموحاً، وفي بعض الأحيان غير مقبولة. في غضون ذلك جاء اقتراح لو آلن في شهر تشرين الأول/ أكتوبر عام 1958: «ويتوجب أيضاً دراسة موضوع المنصات الفضائيَّة إِضافة إلىٰ دراسة حركة الكويكبات وما شابهها».

من جهة أُخرىٰ يقول تيد: «بعد أن أحدثت وكالة ناسا، كان يتعين علىٰ القوى الجوية أن تجد مسوغاً لها لتبرير دعمها لمشروع أوريون علىٰ أَرضية أن لهذا المشروع أهمية عسكرية. لذلك، قضيت وقتاً طويلاً وأنا أفكر بهذا الموضوع، وأوصلني تفكيري إلىٰ آلات شديدة الدمار لا يتصورها العقل، أشياء تعمل علىٰ إِحداث تفجيرات في باطن القمر وعلىٰ مسافة عميقة تحت سطحه فتلقي الصخور القمرية علىٰ الاتحاد السوفياتي. وقد صممنا نسخاً من مركبة أوريون بحيث توضع داخل المركبة الواحدة القوة الصاروخية الضاربة بكاملها، وكانت مركبة صلبة، وفي كل مرة يحاول فيها أي شخص أن يطلق عليها شيئاً تستدير وتوجه طرفها الخلفي نحو القنابل القادمة إِليها. لقد كنا نفعل أشياء لصالح هذا المشروع لم نكن نرغب فيها. وكان ظننا أن نبقي المشروع حياً».

يقول بيير نويز Pierre Noyes: «في الأيام الأولى من المشروع تحدَّث فريمان وتيد حول ما إِذا كان من الحكمة إِقناع ناسا بهذا المشروع بحيث يكون إِشراف ورعاية مدنية منذ البداية. وكان واضحاً أن الغاية الرئيسية من ذلك هي

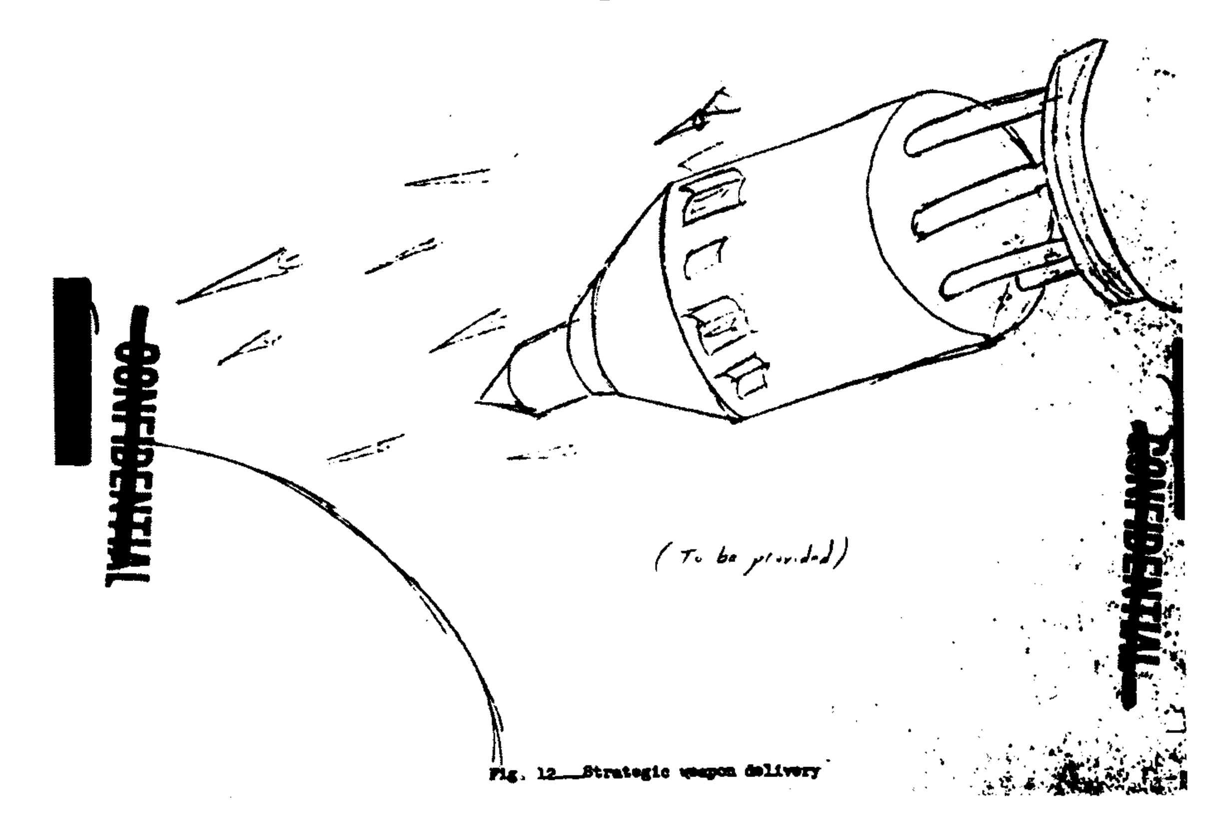
استكشاف الفضاء وليس التطبيقات العسكرية. لكنهما كانا يتوقان لأي شيء يجعلهما ينطلقان بالمشروع فقبلا رعاية القوى الجوية له التي كانت متاحة لهما في الحال. وفي رأيي، أفضت مساومتهما الشبيهة بطريقة فاوستسو Fautus إلىٰ نتائج يؤسف لها. فقد ظهرت بعض المشاريع المريعة التي اُعتُبرت مهام عسكرية محتملة. وقد أجريتُ بعض الحسابات الصغيرة حول ما إذا كان أحد هذه المشاريع سوف يدمّر طبقة الأوزون. ولكن، حسب علمي، لم يعمل تيد أَو فريمان علىٰ البحث جدياً للعثور علىٰ مهمة عسكرية. ولو فعلا ذلك، وحيث أنني أعرف قدراتهما ومواهبهما، فإنني أشك بإمكانية إنقاذهما للمشروع علىٰ حساب صفقة مماثلة لطريقة فاوستوس.

وقد كشف إيجاز صحفي من قيادة القوى الجوية في شهر أيار/ مايو عام 1959 عن «استخدامات عسكرية ممكنة لمركبة أوريون» تتضمن الاستطلاع والإنذار المبكر، وإجراءات إلكترونية مضادة («إمكانية حمل عدد كبير من أجهزة التشويش الإلكترونية ونقلها إلىٰ أَماكن محددة»)، ومضادات الصواريخ البالستية العابرة («إمكانية وضع عدد كبير من صواريخ الاعتراض المبكر في مدار حول الأَرض انتظاراً للاستخدام»)، بالإضافة إلىٰ «صواريخ بالستية عابرة للقارات، وأَسلحة فضائيَّة أَو من المدار ـ تزداد مراتب ضخامتها في أوزان الرؤوس الحربية ـ والرؤوس الحربية العنقودية ـ ومنصات للإطلاق. . . إلخ». وأخيراً، هناك «السلاح المخيف، أَو الجهاز القاري بوزن 1650 طن المعلّق فوق رأس العدو كسلاح ردعي». وكانت هذه الإمكانية هي التي لفتت انتباه نويز.

كان من السهل في عقد الخمسينيات صنع قنابل هيدروجينية قوية وضخمة، بينما كان من العسير صنع قنابل من هذا النوع بأحجام صغيرة. غير أن القنابل الضخمة بصورة استثنائية تعطي مردوداً متناقصاً حيث أن الضرر المباشر الناجم عن الانفجار والإشعاعات لا يخضع فقط لحجم القنبلة، بل

يتأثّر أيضاً ببُعد المسافة عن أفق الأَرض الكروية الشكل. وعندما فجر السوفيات قنبلة زنة 58 ميغا طن عام 1961، أثار هذا التفجير قلقاً متزايداً بأن قنبلة بهذا الحجم «تُحدث ثقباً في الغلاف الجوي، وبذلك يضيع القسم الأكبر من القوة التفجيرية»، كما يقول نويز، الذي يضيف إِلىٰ ذلك: «ولكن بوجود منصة تستطيع رفع ثقل كبير، مثل مركبة أوريون، يمكن للمرء أن يرتفع عالياً جداً ويحدث انفجاراً كبيراً ويوجه الإِشعاعات إِلىٰ منطقة واسعة جداً. ولأن هذا الموقع سيكون فوق طبقة الأوزون فقد تظن أن الأشعة فوق البنفسجية لن تدخل الغلاف الجوي. والواقع أَنَّه سوف يتم إِحداث فجوة في طبقة الأوزون بالحرق وبالمقياس الذي تحدَّثوا عنه. عندئذ سيكون السؤال، وماذا يحدث لطبقة الأوزون؟ ولهذا السبب لم يساورني أي قلق بشأن طبقة الأوزون لوقت طويل ذلك أَنَّه من السهل إِثبات أن هذه الفجوة تعود لتلتئم في غضون دقيقة واحدة. إِن خرجت المادة الحارقة منها تصحّح نفسها تلقائياً. وهي طبقة مستقرَّة إِذا كانت كل المكونات المتواجدة هناك بصورة طبيعية. لكن الذي يغيِّر الصورة كلياً هو تلك التفاعلات المتسلسلة التي تحدثها المنتجات الصناعية. ولكن هذه المعرفة تعود إِلىٰ تاريخ قريب. إِذن فهذا الاختراع العجيب المريع يستطيع العبور منها، إِنما إِذا كان اليوم غائماً، فلن يكون ذلك جيداً. وحسبما أرى لا يعتبر هذا العمل سلاحاً».

وفي هذا الصدد يقول تيد مستعيداً ذكرياته: «أثير جدل كبير حول هذا الموضوع، ليس فقط بخصوص ما إِذا كانت حمولة أوريون من القنابل التي تنذر بكارثة فكرة صائبة. وإِنما بخصوص الناحية التقنية حول ما إِذا كانت الطاقة المنبعثة عن انفجارات في الفضاء سوف تتحول إِلىٰ حرارة عالية عند ارتطامها بالطبقات العليا من الغلاف الجوي ثم تعيد انبعاث تلك الطاقة بذبذبات ذات مدى طويل لتصل إِلىٰ السطح. كان ثمة أناس يقولون إِن هذا غير ممكن، ولكن من الواضح أن هناك طرقاً لتصميم القنبلة بحيث يذهب جزء كبير من الطاقة التي تعترض الأَرض فتصل إِلىٰ السطح علىٰ شكل ضوء وحرارة. وبتلخيص بسيط



رؤوس حربية متعددة موجهة لأهداف مختلفة تطلقها مركبة أوريون تزن 4000 طن تخرج من محطتها الفضائية عن مدارها لتدخل في مسار إهليلجي يتقاطع مع الأرض لتوجه الضربة الرادعة.

نستطيع القول إن شيئاً ما من المقياس الذي نتصوره لمركبة تزن 4000 طن يحمل إمكانية القضاء على نصف الكرة الأرضية. لكن هذا الأمر لم ينظر إليه أحد بحماس حسبما أذكر، لكنه رغم ذلك كان حداً خارجياً مثيراً للاهتمام، سوف يشعل جحيماً في الطبقات العليا من الجو. وأعتقد الآن، أن الناس في تلك الأيام لم يكن لديهم أساس جيد للتفكير بما يمكن أن يحدث».

لكن أفكاراً كهذه يصعب كبحها، حيث يقول تيد: «أصبحت شيئاً يدمن عليه المرء». كما ذكر في يومياته الخاصة: «قضيت معظم النهار أدرس تأثيرات الارتفاعات العالية جداً والانفجارات الكبرى. ومن المتفق عليه عموماً أن مجموعة القوانين التي وضعها جورج ستيوارت لحساب الطاقة الحرارية على كومبيوتر IBM 704 عند إيصالها إلى الأرض هي حسابات صحيحة وتشتمل على معلومات فيزيائية صحيحة». وقد ذكر في هذه اليوميات بعد ثلاثة أيام «راودتني

أفكار دنيئة في المساء حول كيفية استخدام مضاد المادة لإِفناء السكان. لعل شخصاً ما يضع كتاباً تحت عنوان «مائة طريقة وطريقة للقضاء علىٰ الجنس البشري» ويكف عن العمل».

بيد أن المشكلة تكمن في كيفية التمييز بين الأَسلحة الدفاعية والأَسلحة الهجومية عند نشرها في الفضاء. وقد ورد تفسير لهذه المشكلة في تلكس سري يقول: «التوقيت الدقيق فقط هو الذي يحدِّد ما إِذا كان التحييد الذي يجرىٰ للقمر الصناعي هو دفاعي أم هجومي». وقد تحدَّث التلكس عن «التكامل الكوني للرصد والتتبّع من الفضاء والمنشآت ذات الصلة» وقد أشير عليه بعبارة «لاطلاع القيادة الجوية الأَمريكية فقط» وقد ورد من القائد العام للآمرين الاستراتيجية الجوية في أوماها بولاية نبراسكا بتاريخ 31 أيار/ مايو عام 1959. والمعروف أن العلم يضطلع بالدور القيادي فيما وراء القمر، لكن هذا الواقع لا يمنع أن يكون ثمة دور لسلاح الجو في أعماق الفضاء. فقد جاء في ملخص سري من أسرار القيادة الجوية بتاريخ شهر أيار/ مايو 1959: «لا توجد حالياً مقتضيات عسكرية فيما وراء الفضاء الواقع بين الأَرض والقمر. وعلىٰ أية حال لا بد للمرء أن يلحظ أن أحد الأسباب الكامنة وراء عدم وجود مقتضيات عسكرية لمركبة تجوب أعماق الفضاء هو أن أحداً لم يفكر جدياً بهذا الأمر من قبل أَو بإِرسال حمولة كبيرة ومأهولة إِلىٰ تلك المنطقة لأغراض عسكرية».

لا يمكن اعتبار هذا القول مخالفاً للأهداث غير العسكرية التي كان يسعى وراءها كل من فريمان وتيد، إِذ يقول فريمان: «بما أن سلاح الطيران كان يدفع التكاليف، فقد افترضنا أن بعض الأشخاص العسكريين سيتواجدون علىٰ متن المركبة. لكن وجودهم سيكون مماثلاً لتواجد ضباط البحرية في القاعدة المتجمدة الجنوبية عندما يكون سلاح البحرية مسؤولاً عن الأمور اللوجستية الداعمة للأبحاث العلمية التي تجرىٰ في تلك القارة. وهذا لا يعني إِطلاقاً أن سلاح البحرية هو الذي يقوم بالبحوث العلمية، إِنما يوجد عدد لا بأس به من

أفراد البحرية قريباً من العلماء. وهكذا كانت توقعاتنا، سوف يكون تيد رئيس الطاقم العلمي وإِلىٰ جانبه بعض ضباط سلاح الجو الذين يشغلون المركبة».

وكان من المفترض أن النقيب دونالد مكسون سيكون واحداً من هؤلاء الضباط. يقول دون بريكيت: «كان مكسون من أشد المتحمسين. وكان مقدراً له أن يكون أول رجل يصعد إِلىٰ متن المركبة». لقد رأى مكسون وبريكيت في مشروع أوريون طريقة لدعم الجهد السريع والخلاف الذي تحاول بيروقراطية عصر السلام أن تخنقه. وهذا ما يوضحه برايان دان: «لقد سئم مكسون وبريكيت من نظام العمل في سلاح الطيران وكان مشروع أوريون وسيلة لوضع الشوك تحت ملاءة سرج الحصان في هذا السلاح». وأخذ مكسون يكثر من التنقّل ذهاباً وإِياباً فيما بين البوكرك وواشنطن ولاجولا يقدم الإِيجازات التي لها نهاية لها تأييداً لمشروع أوريون حتى أصبح المدافع الرئيسي عن قوة فضائيَّة متمثِّلة بمركبة أوريون.

وبدلاً من أن يعمل مكسون كما أراد في مساعدة الفيزيائيين في أعمالهم الفيزيائية والمهندسين في أعمالهم الهندسية صار يقضي معظم وقته في مكافحة البيروقراطية التي كانت تعترض سبيله. ومن أمثلة هذه البيروقراطية تلك الصعوبة التي واجهها في بدايات العقد الموقع مع وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة وكيفية نقل الوثائق الخاصة بمشروع أوريون التي أُنشئت عندما كان المشروع تحت رعاية هيئة الطاقة الذرِّيَّة إِلىٰ وزارة الدفاع ودون إِعادتها بشكلها الطبيعي إِلىٰ مقر هيئة الطاقة الذرِّيَّة وبالتالي إِلىٰ مقر وزارة الدفاع، تاركين العلماء دون إِمكانية الحصول علىٰ أشياء خاصة بعملهم. يقول مكسون: «من المفترض أن إِنجاز هذه المهمة بهذه الطريقة كان مستحيلاً وذلك إِلىٰ أن وافقت علىٰ توقيع إِيصال بأستلامها شخصياً. وقد أستغرق حل هذه المشكلة البسيطة الجزء الأكبر من يوم الثلاثين من الشهر. والآن الوثائق بحوزتي وسأنقلها إِلىٰ جنرال أتوميك مقابل إِيصال موقَّع عليه. من العجيب حقاً أن الأشياء التقنية قد

تحرِّك الجبال أما أولئك الأشخاص الإِداريون فيتعثرون ويسقطون أمام حجر عثرة صغير».

كان النقيب مكسون يكرِّس معظم أوقات فراغه للحياكة والرسم. يقول تيد: «كثيراً ما كنا نذهب إِليه في منزله في البوكرك لتناول المشروب أو طعام العشاء. وحالما يصل إِلىٰ البيت يبدأ العمل في الحياكة لأَنَّه في معظم الأحيان يأتي من عمله غاضباً لما حصل أثناء النهار، فيجد أن أفضل طريقة يجد فيها الراحة النفسية أن يبدأ بالحياكة بسرعة وبعصبية». وكان مكسون يميل لمخالفة بعض الأنظمة لكنه يتمسك بقوة بحذافير بعضها الآمر. ذات مرة عثر كارول وولش علىٰ زجاجة بلاستيكية شكلها يشبه شكل تصميم المركبة التي تزن 4000 طن والتي ما زالت حينذاك من الأَسرار. يقول وولش: «قلت في نفسي، آه أيها الدخان المقدس، تلك هي أوريون! ووضعتها علىٰ مكتبي، ولم أتحدّث عنها أَو أُعلِّق بشيء. وذات يوم جاء مكسون إِلىٰ هناك ورآها وثارت ثورة غضبه، وقال: «آه! أنت الذي تحمل شهادة! كيف تفعل هذا؟» وأخذها إِلىٰ بيته! ومن المرجح أَنَّها لا تزال لديه».

وكان مكسون يتوسط بين علماء الفيزياء في لاجولا الذين رأوا في مركبة أوريون وسيلة للقيام برحلة إِلىٰ المريخ وبين الجنرالات في واشنطن الذين رأوا في هذه المركبة وسيلة لمهاجمة السوفيات علىٰ الأَرض يقول دون بريكيت: «كان مكسون المرجع بالنسبة لنا بخصوص التطبيقات حيث كان علىٰ اتصال مع الآمرين الاستراتيجية وآمرية البحوث والتطوير الجوي. يعمل بجد لا يكل ولا يتعب، وكان قريباً جداً من الآمرين الاستراتيجية فيما يتعلّق بالمفاهيم المستقبلية للنظام». وكان أحدها نشر أسطول من مركبات أوريون. وقد صدرت دراسة بعنوان «المضامين العسكرية لمركبة أوريون» في شهر تموز/ يوليو عام 1959، كانت بحسب المعلومات التي رُفعت عنها السرِّية من القيادة الجوية «من وضع مكسون بشكل رئيسي وقد ساعده كل من الدكتور تايلور والدكتور دايسون

والدكتور د. ج. بيري والرائد لو آلن والنقيب جاسبر ويلش والملازم الأول ويليام ويتاكر. وقد بحثت هذه الدراسة إِمكانيات إِحداث قوات جوفضائيَّة من مركبات أوريون كانت الأفكار الأساسية لها: (1) قوة تعمل علىٰ ارتفاعات منخفضة (في مدار 1000 ميل، ساعتين)؛ (2) أو في مدارات متوسطة (24 ساعة)؛ (3) أو قوة تعمل من عمق الفضاء (من القمر أو فيما وراءه). وكان من توصيات هذا التقرير أن تقوم القيادة الجوية بتأكيد وجود حاجة لمركبة أوريون كتدبير وقائي من «النتائج الكارثية» لفكرة وصول العدو أولاً».

وفي فترة لا تتجاوز ثلاثة أيام في شهر تموو/ يوليو عام 1959 قدم مكسون أربعة إِيجازات صحفية حول التطبيقات العسكرية لمركبة أوريون، كانت علىٰ النحو التالي: «في 7 تموز/ يوليو: إِيجاز أمام موظفين من ARDC، حيث حضر 320 شخصاً ولقاء خاص مع الجنرال دافيز. وفي 8 تموز/ يوليو: إِيجاز أمام هيئة الأركان الجوية لسلاح الطيران الأمريكي، بحضور 50 شخصاً. وفي 9 تموز/ يوليو: إِيجاز للجنرال ديملر وأركان المقربين. وإِيجاز أمام AFCIN حيث حضور نحو 25 من موظفي مديرية الأهداف.. إِلخ. وسوف يبحثون عن دلائل تشير إِلىٰ ما إِذا كان الاتحاد السوفياتي يعمل في مشروع كهذا». ولم يتبين لهم وجود أي مشروع سوفياتي مشابه لأوريون. ورغم ذلك لم تنخفض درجة الحماس لدى الآمرين الاستراتيجية الجوية. أما الجنرال توماس باور Thomas S. Power الذي خلف كيرتيس لوماي Curtis Le May في منصب القائد العام للآمرين الاستراتيجية الجوية فقد أطلق مبادرة باسم «المقتضيات العملياتية النوعية» المتضمنة «مركبة جوفضائيَّة استراتيجية» و«قاعدة استراتيجية في مدار حول الأَرض»، «مركز قيادة فضائيَّة استراتيجية»، وكانت مركبة أوريون في ذهنه عند إِطلاقه لهذه المبادرة. ثم غادر دون بريكيت إِلىٰ جنرال أتوميك مصحوباً بمكسون من أجل تقديم إِيجاز إِلىٰ جانب الجنرال باور. يقول بركيت: «كانت مناقشات موسعة ومفتوحة حول هذه الإِمكانات وحول ما سوف نفعله عندما

نحصل عليه. ولم يكن لدى الجنرال باور أية مشكلة بخصوص معرفة ماذا سوف نفعل».

ومع بداية عام 1960 قدَّر الرئيس جون كينيدي مخزون العالَم من الأَسلحة النووية بنحو 30 مليون كيلو طن، المهمة الأولى لها ردع هجوم الضربة الأولى. وكان مشروع أوريون البديل للاحتفاظ بكل هذه القوة النارية ـ التي تعادل ألف ضعف تلك القوة الإِجمالية التي اُستُهلكت في الحرب العالَمية الثانية ـ في أقصى درجة من الجاهزية وتحت الزناد. غير أن الدراسة التي وضعها مكسون لا تزال طي السرية، لكننا نجد وصفاً لهذه القوة العسكرية الفضائيَّة في تقرير صدر لاحقاً عن جنرال أتوميك مجهول المؤلف حول التطبيقات العسكرية الممكنة لمشروع أوريون، حيث يقول:

حالما توضع المركبة الفضائيَّة في مدارها فسوف تظل في المدار طوال فترة حياتها الفاعلة، أي نحو 15 إلىٰ 20 سنة. وسوف يتلقى طاقم المركبة تدربياته علىٰ الأَرض ثم ينتشرون تبادلياً بصورة مماثلة لمبدأ فريق العمل Gold وBlue المطبق في الغواصة طراز بولاريس Polaris، وبحيث يخصّص لكل مركبة طاقم مؤلَّف من 20 إلىٰ 30 عنصراً. وتزود كل مركبة ببيئة شبه أرضية تشبه كم القميص مجهزة بأنظمة جاذبية صنعية إِضافة إِلىٰ التجهيزات الكافية للنوم والتمارين والتسلية، كما تزود المركبة أيضاً بحجيرات محدودة للإِصلاح.

من المقدر أن يجري انتشار لنحو 20 مركبة فضائيَّة علىٰ أَساس طويل المدى. ومن خلال انتشارها في مدارات مختلفة في عمق الفضاء يمكن الحصول علىٰ أقصى درجة من الأمن والإِنذار. ومن هذه الارتفاعات سوف يحتاج أي هجوم للعدو إِلىٰ ما يقرب من يوم واحد أَو يزيد ابتداء من الانطلاق وحتى الاشتباك. وفي حال وجد العدو ضرورة لمحاولة تدمير هذه القوة بالتزامن مع هجوم علىٰ أهداف في كواكب معينة، فإِن مجرد ابتداء هذا الهجوم علىٰ القوة الفضائيَّة سوف يتيح للولايات المتحدة وقتاً طويلاً نسبياً للإِنذار

المبكر لهجوم متوقع علىٰ قواتها المتواجدة في الفضاء. وعلاوة علىٰ ذلك، وبسبب الزمن الطويل نسبياً الذي تحتاجه الأنظمة الهجومية، فإِن باستطاعة المركبات الفضائيَّة أن تتخذ إِجراءات وقائية للتخلّص من هذا الهجوم، وقد تستخدم المجسمات الخدعة أَو قد تطلق الأَسلحة المضادة للصواريخ فتوفِّر درجة عالية جداً من المنعة والحصانة للقوة الرادعة.

من المقدر أن تشكِّل كل مركبة فضائيَّة بمفردها قاعدة فضائيَّة ذاتية الاكتفاء مزوَّدة بكل ما يلزم لتدافع عن نفسها وتنفذ الضربة أَو الضربات التي عليها القيام بها، وتقدير الأضرار الحاصلة علىٰ الأهداف وإِعادة تحديد الهدف والضرب ثانية حسب ما يقتضي الحال. وبإِمكان المركبة الفضائيَّة أن تخرج عن مدارها وتدخل في مسار إِهليلجي للالتقاء بالأَرض. وفي الوقت المناسب يمكن قذف الأَسلحة من المركبة الفضائيَّة بأقل درجة ممكنة من الدفع النوعي الإِجمالي المطلوب للتوجيه الإِفرادي. وبعد قذف الأَسلحة وانفصالها عن المركبة، تستطيع المركبة أن تناوِر ثانية وتخرج عن مسار الأَرض لتعود لتقييم الأضرار وتقدير احتمالات الضربة أَو الضربات الثانية، أَو أن تتابع مسارها عائدة إِلىٰ موقعها في عمق الفضاء.

ومن خلال وضع النظام في مجال المناورة سوف يكون من الممكن التدليل علىٰ إِمكانيات الولايات المتحدة علىٰ الردع ودون استخدام هذه القوة في عمل هجومي. والحقيقة، أن هذه القوة وبسبب موقعها البعيد سوف تحتاج إِلىٰ نحو عشر ساعات لتنفيذ ضربتها، وهذا ما يؤكد الحجة القائلة إِن عملها يجب أن يكون رداً انتقامياً فقط. وهذا الدور أيضاً يشكِّل في الوقت نفسه تأميناً ضد أي هجوم عارض لم يكن في الحسبان.

وقد جاء في دراسة أُخرىٰ صدرت عن شركة جنرال أتوميك ترددت في محتواها الحجة التي وَجدت من يؤيدها في آمرية الاستراتيجية الجوية: «إِن هذه الإِمكانية، إِن استثمرت إِلىٰ أقصاها، قد تلغي جزءاً علىٰ قدر من الأهمية من

دائرة النشاط العسكري المباشر بعيداً عن المناطق المأهولة في البلدان المعادية مثلما حصل بخصوص القوة البحرية». وطبقاً لما يقوله فريمان، كان مكسون «قد قرأ كتاب الأدميرال ألفريد ت. ماهان Alfred T. Mahan بعنوان «أثر القوة البحرية في الثورة الفرنسية وإمبراطوريتها» وقد أُعجب إعجاباً شديداً بوصف ماهان الشهير للأسطول البريطاني خلال سنوات الحروب النابولونية، حين قال: «تلك السفن البعيدة والتي تعرّضت للكثير من العواصف والتي لم ينظر إليها ذاك الجيش العظيم، وقفت حائلاً بينه وبين هيمنته علىٰ العالَم». ويقول لو آلن الذي عُيِّن فيما بعد رئيس أركان القوات الجوية إنَّه يذكر تلك القوة العسكرية الفضائيَّة التي تحدَّث عنها مكسون ويصفها بأنّها «فكرة خيالية لمجموعة قتالية في السماء حيث كل تلك الأشياء تجري حول بعضها». لكنه يعترف قائلاً «وفي مكان ما هناك بدأت أظن أننا أخذنا نفقد الاتصال بالواقع». فهل كان جنوناً أن نتخيّل وضع أَسلحة نووية علىٰ بُعد 250000 ميل في أعماق الفضاء؟ أم أَنَّه من الجنون أن نضع هذه الأَسلحة علىٰ بُعد دقائق معدودة من أهدافها علىٰ الأَرض؟

يقول دافيد فايس David Weiss، مهندس الطيران والطيار التجريبي السَّابق الذي يشارك مكسون في حماسه من أَجل إِحداث قوة عسكرية فضائيَّة: «سوف تكون أوريون أكثر سلاماً ومن المرجح أن تكون أقل عُرضة للانفجار حين يكون الزناد في وضع نصفي. وكنا ندرس إِمكانية وجود طاقم متعدد الجنسيات كما هو حال حلف شمال الأطلسي، الناتو NATO، وسيكون لدينا ضمانات، مثل نظام من مفتاحين أَو ثلاثة مفاتيح من أجل إِطلاق أي شئ». وبدلاً من ذلك أنتهينا إِلىٰ نظام ردع يعتمد علىٰ طائرات من طراز بي اثنان وخمسون B-52 التي تظل في حالة تأهّب دائم، أَو علىٰ شبان يتمركزون في صوامع خاصة تحت الأَرض أَو في غواصات تحت سطح البحر، ينتظرون في الظلام إِشارة تحمل رمزاً معيناً تأمرهم بالإِنطلاق. ويمضي فايس قائلاً: «وهذه دوماً نقطة الضعف كما رأتها آمرية الاستراتيجية الجوية. تجلس هناك تصغي إِلىٰ موجة فرعية واحدة من البث تأتيك إِما عبر تذبذب خليوي مخصّصة لك، أَو لوابل من البث

الإِذاعي، تحمل إِليك الأمر بفتح المغلفات الخاصة بالأهداف». وليس أمام المرء سوى عشرين دقيقة للتحقُّق من قدرة الهجوم المعادي ـ أَو ربما الإِنذار الكاذب ـ قبل إِطلاق الرد الذي لا يمكن التراجع عنه. والتهديد قائم وملموس. يقول جيري آستل فيما يذكره: «ذهبت إِلىٰ قاعدة فاندنبرغ الجوية يرافقني برايان دان، حيث دعينا لزيارة منصة إِطلاق الصواريخ ورأينا صاروخ تايتان Titan العابر للقارات وعليه ثلاثة رؤوس نووية ينتظر الرمز الخاص بالإِنطلاق، دخلنا المنصة وٱستطعنا أن نربت بأيدينا علىٰ ذلك المصاص اللعين».

وبدلاً من أن تقيم هذه الطواقم المعروفة بٱسم Blue and Gold في جحور تحت الأَرض مثل كلاب البراري في ولاية داكوتا الشمالية، أَو في غواصات تحت سطح البحر دون اتصال مع أحد، يستطيعون وهم في مركبة أوريون أن يقوموا بواجباتهم في مركبة تدور في مدارات قريبة من القمر لمدة ستة شهور يستمعون لأشرطة تسجيل أَو يلتقطون بثاً تلفزيونياً أَو يحدِّدون الوقت من ملاحظة شروق الشمس وحركتها الظاهرية علىٰ سطح الكرة الأَرضية البعيدة. ومن خلال مراقبة الفضاء العميق من جهة، ومراقبة كل من شيكاغو وسيميبالاتنسك من جهة أُخرىٰ سيكون أسطول أوريون جاهزاً في أية لحظة، ليس فقط للرد علىٰ أي هجوم سوفياتي، بل وأيضاً حماية هذا الكوكب والولايات المتحدة والاتحاد السوفياتي معاً ضد أي ارتطام يأتي إِليها من حطام فضائي.

وعندما تكون مركبات أوريون في مداراتها الفضائيَّة لن تكون الكواكب الخارجية بعيدة المنال، والإِغراء تستحيل مقاومته. يقول تيد: «عندما تخرج وتتحدَّث أحاديث خاصة مع ضبّاط في القوى الجوية هنا في لاجولا عن الغاية من مشروع أوريون، وتقول إِن الغاية هي استكشاف الفضاء، لا أَحد يشك في ذلك». وعقد الستينيّات لن يكون «تلك الستينيَّات» لو أن الأَحداث تكشّفت عن أَشياء تصورها مكسون وبريكيت، ولاستمر عقد الخمسينيات كما كان، وذلك كله بفضل تلك القوة العسكرية القابعة في أعماق الفضاء.

20

موقع «جاك آس فلاتس» للتجارب

يذكر لو آلن في ملاحظة كتبها في تشرين الأول/ أكتوبر عام 1958 «لقد اختارت شركة جنرال أتوميك أن تتمسّك بقوة بفكرة مركبة مأهولة». وكان تفكير الجميع آنذاك أن يكون إطلاق المركبة من علىٰ ظهر مركب كبير مدرّع يتمركز في عرض البحر، وذلك بعد اختتام بعض التجارب الأولية في منطقة معزولة من موقع التجارب في نيفادا يُعرف بأسم موقع «جاك آس فلاتس». ويقول فريمان فيما يذكره: «وكانت الفكرة العامة تدور حول وجوب تواجد أفراد علىٰ متن المركبة علىٰ الدوام. وأعتقد أن العدد النموذجي لهؤلاء الأفراد أربعون، مثل الغواصة حيث يُخصَّص ثلاثة عناصر لكل عمل من الأَعمال. وسوف تجرىٰ تجارب، دون شك، تتضمّن عدداً قليلاً من القنابل، وربما ترتفع في الجو بضعة أميال. ولكن إن أردت تحليقاً كاملاً، فربما تضطر إلىٰ المضي علىٰ الطريق حتى نهايته».

عندما سُئل فريمان عن موقع الإطلاق، أجاب «نعتقد أنّه في مكان ما في المحيط الهادي قريباً من لاجولا. وفي البداية تكون القنابل ذات مردود منخفض نوعاً ما. لكن يتوجب صنع المركب كما تصنع البارجة الحربية، ومن الضروري أن تظل عائمة». وسيكون الصعود إلىٰ المدار بتحكُّم آلي، ودون أن يكون ثمة مسار متوسط تختاره بين الصعود المباشر إلىٰ الأعلىٰ أَو إجهاض

التحليق خلال تلك الدقائق الستّة إلىٰ الثمانية الأُولى. ذكر الملازم الثاني رون بريتر Ron Prater في تقريره الصادر في شهر نيسان/ أبريل عام 1959: «يشير أحدث مخطط لتوجيه مسار المركبة ذات الأبعاد الحقيقية إلىٰ وضع صاروخ كيماوي عند مقدمة المركبة، بحيث يكون قادراً علىٰ الدوران ليتوجه في أي اتجاه يكون متعامداً مع المحور الرئيسي للمركبة».

وحالما تكون المركبة في الفضاء، يستطيع ملاّحوها أن يحدِّدوا موقعها الحالي ويحسبوا مقدماً تحركاتها المستقبليَّة وتصحيحات مسارها. يقول فريمان: «ولهذا السبب نحتاج إلىٰ وجود أولئك العناصر الأربعين. سوف يضطرّون إلىٰ استخدام آلة السدس وإِجراء الحسابات الملاحية علىٰ أوراق رسم بياني». ومن بين الوقائق الباقية حتى الآن من مشروع أوريون توجد مئات الصفحات التي تبين رسوم المسارات الأفضل لحركة المركبة بأندفاع عال نحو مسار الأَرض، أَو للوصول إلىٰ المريخ أَو المسارات المتوجهة إلىٰ المشتري وزحل أَو الهبوط علىٰ التوابع الفلكية أَو دعم المستعمرة القمرية، وجميعها مرسومة يدوياً علىٰ ورق الرسم البياني ذي اللون الأخضر الفاتح من إِنتاج Keuffel & Esser. وهذا يوضح أن مركبة أوريون سوف يتم توجيه مسارها عن طريق النجوم.

وقد تقرّر في شهر أيلول/ سبتمبر عام 1959 أن ينضم إلىٰ الفريق شخص يفكِّر بالتحليق التجريبي، وكان هذا الشخص مهندس الطيران دافيد فايس David Weiss، الذي يحدِّثنا عن ذكرياته قائلاً: «كانوا يبحثون عن شخص لديه خلفية بتجارب التحليق. خُدعت إلىٰ حدٍ ما إِذْ ظننت في بادئ الأمر أن فريدي دي هوفمان علىٰ عجلة من أَمره وأن ما لديه من وقت كان قصيراً. كانوا يتحدَّثون عن التحليق خلال سنتين أَو ثلاث سنوات. وقد سبق لي أن عملت في مشاريع تجارب التحليق، وكنا نعرف ماهية الطائرة التجريبية قبل ثلاث أَو أربع سنوات مسبقاً وكيف ستكون، وهذا وقت كافٍ لهم لصنع النماذج التي سوف نجرّبها. وهذا ما كنت أصبو إِليه، وآمل لو أنني حلَّقت بهذه المركبة».

وُلد دافيد فايس عام 1929. وهو طيار عسكري من الجيل الثالث. يقول: «لم أكن صادقاً عندما ذكرت عمري لسلاح الطيران، وكانت النتيجة أنني اكتسبت خبرة في قيادة الطراز بي تسعة وعشرون B-29 في الحرب العالَمية الثانية». كان عمه يقود الطائرة بي سبعة عشر B-17، وتلقى والده، الذي عمل فيما بعد طيّاراً لدى شركة Luddington Airlines، تدريباته في سلاح الجو التابع للجيش الأَمريكي بقيادة بيلي ميتشل Billy Mitchell الذي كان قائداً لأسطول جوي من 1500 طائرة إبان الحرب العالَمية الأولى. وبعد الحرب أخذ ميتشل ينادي ويدافع بقوة عن فكرة استقلال سلاح الجو عن الجيش حتى أنَّه حُوكم أمام محكمة عسكرية بتهمة العصيان عام 1925. أما جد دافيد فايس فقد عمل طياراً علىٰ الجانب الآخر من الحرب، يقود طائرات Riesenflugzeuge أو (R) القاذفة ذات أربع محركات وتستطيع حمل قنابل تزن 4000 رطل. يقول فايس: «كانت تلك الطائرات تقصف باريس بالقنابل من ارتفاع 20000 قدم. ولم تستطع مقاتلات الحلفاء أن تصل إليها. وكان الطيارون يرتدون بزات خاصة ذات تدفئة كهربائية، وكانوا يحملون معهم الأكسجين، بكميات غير كافية، فكان الرامي المكلّف بالقصف يستخدم الأكسجين عندما تتوجه الطائرة نحو هدفها، وفي طريق العودة كان الطيار المكلّف بقيادة الطائرة هو الذي يستخدم الأكسجين ليتمكن من الهبوط. كانوا يقصفون باريس ومحطة السكك الحديدية فيها بطريقة حضارية إذ يتصلون بالإفرنسيين هاتفياً ليخبروهم بوقت وصولهم».

كان فايس مؤمناً بمشروع أوريون، ليس فقط باعتباره قوة ردع، بل وأيضاً لاعتباره درعاً مضاداً للصواريخ البالستية، فهو يقول: «نستطيع أن نضع في المدار عدداً من هذه المركبات، ومن هناك تبدو الدفعيات والدينامية في وضع ممتاز، أقصد بذلك القضاء علىٰ تلك الأشياء. والغلاف الجوي يعمل لصالحنا وليس ضدنا، حيث نستطيع أن نرى ما هو قادم إلينا. ويمكنك أن تفعل ذلك باستخدام قضبان اليورانيوم المنضد لتفتتها أَو يمكن استخدام المتفجرات

العالية، وأي شيء لا يصطدم بصاروخ بالستي صاعد سوف يرتطم بالغلاف الجوي ويحترق. وهذه طريقة أفضل كثيراً للتعامل مع الصواريخ البالستية المضادة، لا شك في ذلك».

بعد تخرّجه من الجامعة عمل فايس طيّاراً تجريبياً للطائرات القاذفة كونفير بي ست وثلاثون Convair B-36 ذات الست محركات بالدفع المروحي التي عمل لفترة وجيزة وسيلة نقل لحمل الجيل الأول من القنابل الهيدروجينية وزن 42000 رطل. وفي مرحلة لاحقة أُضيف لهذه الطائرات أربع محركات نفّاثة، وصار باع جناحيها يزيد عن باع جناحي طائرة البوينغ 747 بمقدار 20 قدماً وتستطيع التحليق علىٰ ارتفاع 50000 قدم. وفي هذا يقول: «لقد كانت بعض عمليات الإقلاع الثقيل تجري بأوزان لم يسمع بها أحد، أكثر من 5000000 رطل، أي 250 طن، وتقترب من حجم مركبة أوريون. سجلنا 50 ساعة طيران، نقطع 10000 ميل بسهولة، وهذا يجعلنا نصل إِلىٰ أي هدف في ذلك الحين. والإنطلاق من مكان مثل تول Thule برحلة ذهاب وعودة إِلىٰ أي مكان تقريباً، علىٰ فرض أن ثول Thule لا تزال موجودة عندما نعود». ثم اشتغل فايس بتدريس تصميم الطائرات والصواريخ في جامعة ميتشغان، وفي عام 1959 التحق بشركة جنرال أتوميك بعد أن انضم إِليها زميله دافيد بيري David Peery، حيث يقول: «لم يستطع بيري أن يصف لي مركبة أوريون، بل اكتفى بالقول «سوف تكون بالنسبة لنا في عصر الفضاء كما طائرة بي ست وثلاثون B-36 في هذا العصر». وهذا ما أثار اهتمامه وجعله يأتي إِلىٰ سان دييغو».

تشير خطة مشروع أوريون في أواخر عام 1958 إِلىٰ الشروع بإِطلاق «مركبة تجريبية يمكن استعادتها» بارتفاع 50 قدم، لها شكل يشبه القبة تزن 50 إِلىٰ 100 طن، وغير مأهولة، لها صفيحة دافع بقطر طوله 40 قدم، ويجري دفعها إِلىٰ ارتفاع 125000 قدم بواسطة 100 إِلىٰ 200 انفجار يتراوح مردود هذه الانفجارات بين 0,003 إِلىٰ 0,5 كيلو طن. أما «المركبة التجريبية للمدار» فسوف

تزن 880 طن، وقطرها 80 قدم وارتفاعها 120 قدم، تندفع نحو مدار مدار 300 ميل بواسطة 800 قنبلة يتراوح مردودها بين 0,3 إلىٰ 3 كيلو طن. وتشير التقديرات إلىٰ أن مركبة أوريون بحجم تجريبي سوف تكون قادرة علىٰ حمل 80 طناً إلىٰ مدار حول المريخ مع العودة إلىٰ مدار حول الأَرض علىٰ بُعد 300 ميل. وقد تبيّن بعد انتهاء السنة الأولى أن القفز إلىٰ مركبات تجريبية بوزن 50 ثم 880 طن عمل طموح أكثر مما ينبغي، وهكذا تم اعتماد «التقدّم خطوة بخطوة نحو مركبة بوزن 4000 طن وبأبعادها الحقيقية». وكانت الخطوة الأولى التي طرحت علىٰ وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة في ربيع عام 1959 تقضي «بصنع نموذج بمقياس صغير يكون فيه قطر الصفيحة نحو 10 أقدام والوزن الكلي للنموذج 5 طن تقريباً. ويتم رفعه إلىٰ ارتفاع عال بواسطة الطائرة أَو البالونات بغية التقليل ما أمكن من أثر مقاومة الهواء، وعند وصوله إلىٰ الارتفاع المطلوب ينفصل عن الطائرة أَو البالونات، وسيكون الدفع بواسطة طلقات معدودة من المتفجرات العالية، وربما تنتهي بثلاث أَو أربع طلقات ذرية صغيرة جداً» وتشير الخطة إلىٰ إطلاق هذا النموذج قبل حلول شهر حزيران/ يونيو عام 1960. أما الخطوة التالية فتقضي بصنع نموذج، غير مأهول، بقطر 40 قدماً ووزن 400 طن «يحمل حمولة تزن 60 طناً إلىٰ المدار باستخدام 500 طلقة ذرّيّة قوة الواحدة منها 100 طن». حيث تضمن الجدول الزمني إلىٰ استكمال هذا النموذج في مطلع عام 1962.

تشير التقديرات إلىٰ أن مبلغ المليون دولار الأولى سوف تنفد بتاريخ 30 أيار/ مايو 1959، وقد ورد في يوميات فريمان التي كتبها وهو في الطائرة التي أقلته من سان دييغو إلىٰ واشنطن بتاريخ 26 نيسان/ أبريل عام 1959: «سوف أخوض وتيد تايلور معركة طوال أسبوع من أجل مشروعنا. سوف نلتقي عدداً من ذوي السلطة وصنع القرار في قيادة القوى الجوية وفي الحكومة، وقد يقترحون: (آ) قطع التمويل عندما يؤول العقد إلىٰ الانتهاء في الشهر القادم؛ أو

(ب) الاستمرار كما نحن، مع تمديد بسيط؛ أو (ج) تقرير التمديد السريع والهام. وسوف نناضل للحصول على الخيار (ج) بأمل الحصول على الخيار (ب)».

وقد حصلوا فعلاً على الخيار (ب). وفي إيجاز صحفي مشترك بين شركة جنرال أتوميك ومركز الأسلحة الخاصة التابع للقوى الجوية عقد بتاريخ 30 نيسان/ أبريل 1959 طلب الجانبان بصورة مشتركة مبلغاً إضافياً قدره 5600000 دولار لمتابعة المشروع لسنة أخرى. وطبقاً لما يقوله مكسون: «فقد عكس هذا الطلب ذلك المستوى العالي من الثقة والحماس إزاء جدوى مبدأ الدفع المعتمد وشعوراً بالرغبة الملحّة في هذا المبدأ التي تنامت من خلال إدراك الأهمية الكبرى والفورية، إن لم تكن الحاسمة، لهذا المشروع في مجال المجهود الدفاعي للدولة. وقد ازداد هذا الإحساس قوة عندما صدرت نشرة صحفية تحدَّثت عن قدرات هذا المبدأ الدفعي، وقالت: إن لم تظهر دول أُخرى اهتماماً بهذا المبدأ حتى الآن فسوف تفعل عما قريب». ومنحت وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة مبلغاً إضافياً قدره 400000 دولار لدعم استمرارية المشروع حتى تاريخ 14 أيلول/ سبتمبر عام 1959. وخلال هذه الفترة احتدم الجدال في واشنطن حول كيفية تجزئة الأنشطة الفضائيَّة التي تنهض بها وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة وإزاء مدى الدور الذي يلعبه مشروع أوريون في مجال الدفاع ومجال استكشاف الفضاء.

يقول فريمان في مذكرة كتبها في لاجولا بتاريخ 4 تموز/ يوليو 1959: «أرسل إلينا المسؤولون في واشنطن لجنة من المفتشين ليروا ما إذا كانت ادعاءاتنا بخصوص هذه المركبة الفضائيَّة سليمة من الناحية الفنية. وقضينا وقتاً طويلاً نجيب على أسئلتهم ونجادلهم وبدا لنا أن انطباعاً إيجابياً جيداً تكوَّن لديهم. غير أن واشنطن لم تحسم أمرها بعد حول ماذا ستفعل بنا من الآن وحتى شهر آب/ أغسطس». وبقيت المسائل السياسية دون حل. فإن تكليف

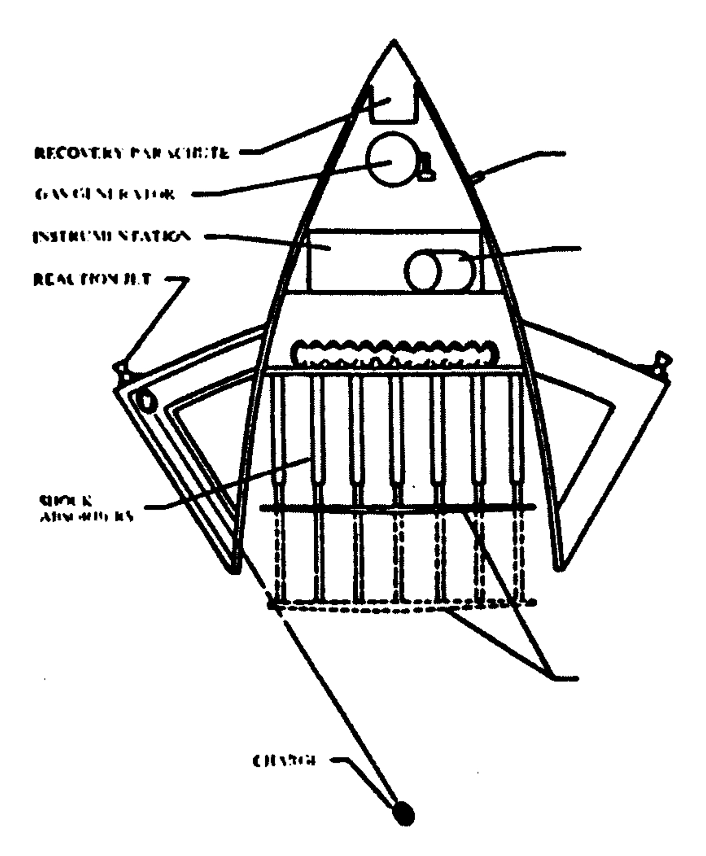
سلاح الجو بمشروع ضخم يتضمن برنامجاً فضائياً مأهولاً سوف يستبعد وكالة ناسا التي تلقّت وعوداً فيما يتعلّق بالقمر، كما سوف يستبعد النقاد في الكونغرس الذين يبحثون عن تجاوزات ترتكبها وزارة الدفاع. ومع ذلك توجد مسؤوليات وأعباء سياسية لا تقل عن ذلك شأناً في تكليف ناسا القيام بمشروع يتضمن مثل هذا العدد الضخم من القنابل، فيما لو وافقت علىٰ النهوض بمشروع أوريون. لهذا كانت ثمة أسباب وجيهة تدعو للتخلي عن المشروع بكليته، ولكن بفضل وجود أصدقاء لهذا المشروع في أعلىٰ المستويات بقي مشروع أوريون يعيش علىٰ وسائل دعم الحياة.

في أواخر شهر تموز/ يوليو غادر لو آلن إِلىٰ واشنطن للدفاع عن أوريون أمام هيئة مختصة بالدفعيات منبثقة عن المجلس الاستشاري العلمي التابع لسلاح الجو. وقد ذكر في هذا الصدد «كانت وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة علىٰ وشك أن تقرِّر المضي بالمشروع بمعدل 120000 دولار بالشهر». من الاعتراضات التي تداولها المجلس الاستشاري أَنَّه لا فائدة من المضي بالمشروع بعد أن قام الرئيس أيزنهاور بإِلزام الولايات المتحدة، وبصورة إِحادية الجانب، بوقف كافة التجارب النووية اعتباراً من 31 تشرين أول/ أكتوبر عام 1958، طالما أن هذا الالتزام قائم. وقد رد آلن علىٰ هذا الاعتراض بقوله: «أعتقد أن هذا القرار فيه شيء من قصر النظر. وإِذا كنا نعتقد أننا لن نستخدم القنابل إِطلاقاً، عندئذ لن تكون ثمة أية جدوى من الاستمرار في Putt-Putt. لكنني واثق أننا سوف نقوم علىٰ أساس معين بإِجراء بعض التجارب المحدودة، وربما السلمية. لذلك ينبغي علينا المضي بهذا المشروع إِذا كانت الحالة هكذا».

ولهذه الأسباب نجد فريمان يذكر في ملاحظته المؤرخة في 14 آب/ أغسطس: «مشروعنا لسفينة الفضاء يمر بفترة عصيبة. لم نحصل بعد علىٰ الموافقة اللازمة لميزانية العام القادم، وهناك احتمال قوي لإِلغاء المشروع». ولكن تمّ التوصّل إِلىٰ تسوية وسط أنقذت المشروع، ولكن لفترة محدودة.

سوف تتكفّل وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة بالمشروع علىٰ مستواه الحالي ولمدة سنة أُخرىٰ وبرعاية من مركز الأَسلحة الخاصة التابع للقوى الجوية، وعلىٰ أن يتم تحويل المشروع خلال هذه المدة إلىٰ وكالة الفضاء ناسا، أَو إِلىٰ قيادة سلاح الجو. لكن أياً من هاتين المؤسستين لم تكن راغبة برعاية المشروع وحدها. فقد ورد في تقرير خاص بالقيادة الجوية صدر عام 1964: «كان الشعور في مقر القيادة أن سلاح الجو لن يهتم كثيراً إِذا انتقلت إِدارة المشروع من وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة إِلىٰ وكالة الفضاء الأَمريكية ناسا». وإِن أرادت قيادة القوى الجوية أن تطوّر المشروع إِلىٰ مرحلة أعلىٰ من دراسة الجدوى فإِنّها ستجد نفسها بحاجة إِلىٰ مقتضيات عسكرية لا لبس فيها أَو إِلىٰ التعاون مع ناسا، وربما إِلىٰ الأمرين معاً.

في أواخر شهر آب/ أغسطس عام 1959 قدَّمت وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة مبلغ (1) مليون دولار في سبيل تمديد العقد الأساسي لعام آخر. وبتاريخ 23 أيلول/ سبتمبر 1959 أعلن هيربرت يورك Herbert York مدير دائرة أبحاث الدفاع والهندسة في إِدارة الرئيس أيزنهاور، حيث لهذا المنصب العالي الجديد سلطة مالية مباشرة علىٰ ما يزيد عن 80000 مشروع، عن «خطة للتحويل التدريجي والمنظّم لجميع المشاريع الفضائيَّة من وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة إِلىٰ الدوائر العسكرية». وفي برقية أرسلها آرت رولاندر Art Rolander إِلىٰ كل من دي هوفمان وتيد تايلور ذكر فيها: «وهذا يعني أن قيادة سلاح الجو أصبحت الآن مسؤولة عن «الفضاء» وسوف أوضح لكم تداعيات ذلك علىٰ مشروع أوريون لدى عودتي». وآرت لاورندر هو المحامي السابق لهيئة الطاقة الذرِّيَّة الذي وقف ضد أوبنهايمر في جلسة الاستماع الأمنية عام 1954، وأصبح الآن نائب رئيس مجلس إِدارة شركة جنرال أتوميك ومدير مكتبها في واشنطن. إِذن سينتقل مشروع أوريون إِلىٰ سلاح الجو إِلاَّ إِذا أمكن إِقناع ناسا باستلام زمام أَمره.



مركبة تجريبية تزن 20 طناً: قطرها 21 قدماً، وارتفاعها 35 قدماً أما عدد الشحنات ومردودها وتاريخها فغير معروف.

وبتاريخ 29 كانون الثاني/ يناير عام 1960 رفع يورك York مذكرة إِلىٰ ناسا يطلب مساعدتها في فصل مشروع أوريون، كلياً أَو جزئياً، عن مسؤولية وزارة الدفاع. لكن الجواب جاءه بالنفي، فقد جاء ما يلي في الرد الذي تلقّاه من ناسا بتاريخ 10 شباط/ فبراير: «بالرغم من أن النظام الدفعي في مشروع أوريون يشتمل علىٰ مبدأ نظري في غاية الأهمية، إِلاَّ أنّه لا يزال يعاني من مشاكل كبرى في البحوث والتطوير تجعله بعيداً عن المنافسة في سبيل الحصول علىٰ دعم في إِطار برنامجنا الفضائي التجريبي. كما أن مسألة الموافقة السياسيَّة بخصوص استخدام هذا النظام الدفعي، إِلىٰ جانب أشياء أُخرىٰ غير مؤكدة، تجعل الميزان يرجح لغير صالحه. لذلك فإِن مسألة إِجراء مناقلة في أرصدة الاعتمادات إِليه من التمويل المرصود لمشاريع أقرب أجلاً أمر في غاية الصعوبة. ومن هذا

المنطلق فإننا لا نحبِّذ اتخاذ أي ترتيب يتطلّب مثل هذا الدعم». إذن خرجت ناسا من هذا المشروع.

وهكذا انتقل مشروع أوريون المعروف برقم «المشروع 4977» لدى وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة إلىٰ قيادة القوى الجوية اعتباراً من 10 آذار/ مارس 1960 وصار يُعرف باسم المشروع رقم 3775 Air Force Project 3775. الخبر الجيد فهذا الإجراء أن المشروع قد بات الآن في أمان، حيث أصبح مركز الأَسلحة الخاصة التابع للقوى الجوية هو الجهة الإدارية بدلاً من كون هذا المركز مجرد جهة رقابية علىٰ تنفيذ عقد دراسة جدوى أُبرم مع وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة، لا سيما وأن هذا العقد قد دخل سنته الثانية. لكن الخبر غير السعيد أن مشروع أوريون قد استبعد عن المسار الرئيسي لجهود الدولة في مجال استكشاف الفضاء، وبالتالي تناقصت فرص حصوله علىٰ الأمر السياسي بالانطلاق بالرغم من التوصيات الفنِّيَّة المتوصلة من أعلىٰ المستويات. يقول فريمان: «كان مشروع أوريون في مواجهة أحد أمرين، إما أن يعتمد وسيلة رئيسية للوصول إلىٰ القمر، أَو أن المركبة لن يكتب لها التحليق. وكان الوضع يتمثَّل باعتماد أحد الخيارين، إما نحن، أَو الصواريخ الضخمة التي يروج لها فيرنر فون براون. وعندما يتخذ القرار بالمضي قُدماً في منظومة أبوللو Apollo وساترن 5 Saturn 5، فهذا يعني أننا خارج اللعبة». والجدير ذكره أن القرار الذي يعطي الأفضلية لأبوللو علىٰ حساب أوريون كان قد اتُّخذ في وقت سبق بشوط بعيد إعلان الرئيس كينيدي بتاريخ 25 أيار/ مايو 1961 بأن الولايات المتحدة سوف تُرسل إنساناً إلىٰ سطح القمر قبل نهاية عام 1969.

وقد واجهت قيادة القوى الجوية صعوبات جمّة في تسويغ دور للعسكريين في الفضاء. يقول فريمان: «عندما قرَّرت وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة أن تتخلّى عن المشروع لصالح القوى الجوية، غدا هذا المشروع عسكرياً فعلياً رغم أن قيادة القوى الجوية كانت عقلانية في تصرّفاتها هذه. كانوا

يدركون أنّها خدعة ومع ذلك كانوا يدعمونه لأسباب لا يستطيعون الاعتراف بها صراحة. القانون لا يسمح لهم تقديم الدعم إِلاَّ لمقتضيات عسكرية وإِنني لا أرى في هذا المشروع أي حاجة عسكرية ذات مغزى. ومنذ بدات المشروع بيد القوى الجوية لم يعد باستطاعة أحد أن يفعل كما أُريد. إِذ ما أن يكبر المشروع ويزداد حجمه حتى يلفت انتباه السياسيين وتزداد المعارضة له، لأن أحداً لا يريد للقوى الجوية أن تمتلك منظومة سلاح بهذا الحجم الضخم. وعند هذه النقطة فقدت كل أمل لي بالوصول إِلىٰ كوكب زحل. وعندما تركت العمل في نهاية تلك السنة كان المشروع لا يزال محتفظاً بقوته لكنني أَعتقد أَنَّه قد فشل علىٰ الصعيد السياسي قبل ذلك التاريخ».

وفي لاجولا كانوا يحرزون تقدّماً في سبيل حل بعض المشاكل الفنِّيَّة الكبرى مثل مسألة التآكل وماصات الصدمة والصفيحة الدافعة وهندستها والتصميم الخاص بوحدة النبضة. وبفضل التعاون الرسمي وغير الرسمي بين علماء الفيزياء في شركة جنرال أتوميك ونظرائهم في مخابر الأَسلحة التابعة لهيئة الطاقة الذرِّيَّة، تم تطوير بعض المتفجرات النووية الأصغر حجماً والأَكثر توجيهاً. وتوالى تطوير النماذج الحسابية. وعندما رفع الحظر علىٰ التجارب النووية الجوية، تم التحقّق من هذه المعادلات من خلال تفجير قنابل حقيقية. يقول تيد: «من الأَفضل لنا أن نعتقد أن مشروع أوريون كان يشق طريقه من خلال حظر تجارب التفجيرات النووية بدلاً من مجرد انتظار إِلغائه».

وعندما أمكن صنع قنابل أصغر حجماً وبمردود أفضل توازياً بات من الممكن التفكير بصنع مركبات أصغر حجماً، ولم تتلاشَ الآمال بإِجراء تحليق تجريبي يبرهن علىٰ صحة المبدأ حتى بعد أن تراجعت التوقعات بالحصول علىٰ تمويل من أجل مركبة بالأبعاد الحقيقية. وقد أَعلن مركز الأَسلحة الخاصة التابع للقوى الجوية في الأول من نيسان/ أبريل 1960 «لقد ٱزدادت الثقة كثيراً بمبدأ النظام الدفعي حتى بات ممكناً الشروع ببرنامج يفضي إِلىٰ صنع وتحليق مركبة

بحثية». وقد اقترح المركز في إعلانه هذا صنع «مركبة اختبار نووية قادرة على الإنطلاق نحو المدار بحمولة تزن 200 طن في الفترة الواقعة بين عامي 1965 و1966». أما الخطة المالية التي كان من المتوقع أن يصادق عليها المجلس العلمي الاستشاري فقد تضمنت رصد مبلغ 4800000 دولار للسنة المالية 1961، ومبلغ 55000000 دولار للسنة المالية 1962، وكانت تهدف إلى «إطلاق مركبة اختبار بحثية إلى مدارها في السنة المالية 1965». وفي غضون ذلك قدم مكسون التبرير العسكري المطلوب بقوله: «إن الاكتمال الناجح لهذا المشروع سوف يلبي كل أو بعض المقتضيات المطلوبة بموجب المقتضى العملياتي العام رقم 173، ومنظومة السلاح الفضائي الاستراتيجي المتقدمة، والمقتضى العملياتي العام رقم 156، ومنظومة الصواريخ البالستية الدفاعية، وغيرها من المقتضيات العملياتية ذات الصلة باستخدام المنظومات الفضائيَّة في مجالات القتال والاستطلاع والمراقبة والاتصالات والملاحة».

وفي هذا الصدد يتذكر تيد مواقف قيادة القوى الجوية حيث يقول: «كانت القيادة في أشد الحماس وكانت على أهبة الاستعداد للإنطلاق بالمشروع عند نهاية السنة المالية الأولى. الجميع كانوا كذلك ابتداء من رئيس الأركان وحتى أدنى المراتب». وازداد تفاؤله في خريف عام 1960 حين راودته الآمال بأن الإدارة الجديدة التي ستتولى الحكم في واشنطن سوف تنتهج سياسة أكثر إيجابية نحو الفضاء. فقد ذكر في يومياته بتاريخ السابع من تشرين الثاني/ نوفمبر 1960: «ذكر لي مارشال روزنبلوث أن كانتروفيتز Kantrowitz العضو في اللجنة الاستشارية لكندي يقول إن اللجنة تريد أن تضع الأولوية 1-A لمشروع أوريون. ولهذا فإنني آمل أن يفوز كينيدي في الانتخابات». وفاز كينيدي، وفي شهر كانون الثاني/ يناير عام 1961 أصدر جيروم فيزنر Jerome Wiesner، رئيس اللجنة الخاصة بالفضاء في إدارة الرئيس الجديد تقريراً يقول فيه: «يجب علينا أن نشجّع الأفكار الجديدة التي من شأنها أن تؤدي إلى اختراقات حقيقية.

ومشروع أوريون واحد من هذه الأفكار، يقترح استخدام عدد كبير من القنابل النووية الصغيرة». لكن المشكلة أن أُسس برنامج أبوللو قد وضعت وبدأ العمل به، لذلك لا بد لمشروع يستهدف المريخ أَو زحل أن ينتظر.

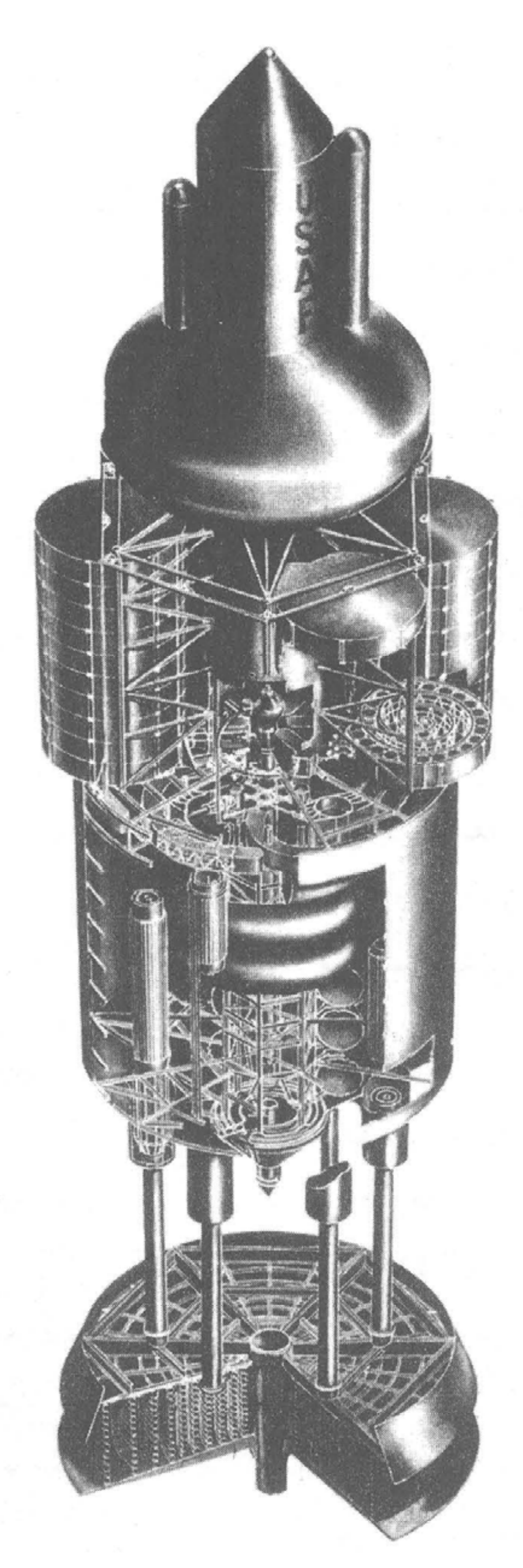
إِلىٰ جانب ذلك أصدر الرئيس المُنتخَب أوامره بإِجراء دراسة تفصيلية للسياسة الفضائيَّة تكون بإِدارة وإِشراف الجنرال برنارد شرايفر Bernard Schriever رئيس قسم الصواريخ البالستية التابع للقوى الجوية وقام بتنظيم هذه الدراسة مساعد وزير القوى الجوية تريفور غاردنر Trevor Gardner الذي طلب إِلىٰ تيد أن يقود هذه الجماعة. يقول تيد في مذكراته بتاريخ 15 تشرين الثاني/ نوفبمر: «يبدو أن هذه الدراسة تحديداً قد طلبها كينيدي» ويبدو أَنَّها سوف تستغرق شهرين، حيث يضيف تيد قائلاً في تلك المذكرات «لذلك فقد وجدتني بين نارين ـ وكان ذلك أسوأ اللحظات في تاريخ مشروع أوريون بالنسبة لي، حيث سأبتعد عنه لشهرين، هذا من جهة ومن جهة أُخرىٰ نظراً لأهمية العمل في هذه اللجنة».

وقبل تيد بهذا التكليف وحقّق نجاحاً في توجيه أعضاء لجنة غاردنر المميزين علىٰ حد سواء رغم تباين مواقفهم نحو اتخاذ إِجماع في الرأي يدعو القيادة الجوية إِلىٰ التحرّك نحو الفضاء بكل جرأة وإِقدام. وقد ذكر الملاحظة التالية علىٰ انفراد حيث قال: «يبدو لي أن الأسفار الفضائيَّة الاقتصادية علىٰ نطاق واسع سوف تصبح حقيقة مؤكدة قبل انتهاء هذا القرن. وما نفعله الآن بالصواريخ الكيماوية يبدو من ناحية الكم مماثلاً لتحميل شحنة علىٰ طائرة بوينغ 707 (Boeing 707) عبر البلاد، وفي نهاية الرحلة يتم التخلّص من الطائرة! وإِنني أتوقع أن أرى ذلك اليوم الذي فيه تكون كلفة رحلة ذهاب وعودة إِلىٰ القمر أقل من كلفة رحلة بالطائرة حول العالَم».

وبدأت الاجتماعات في لوس ألاموس بتاريخ الرابع من كانون الأول/ ديسمبر في مقر مؤقت قدمه نوريس برادبوري Borris Bradbury في مبنى أُنشئ

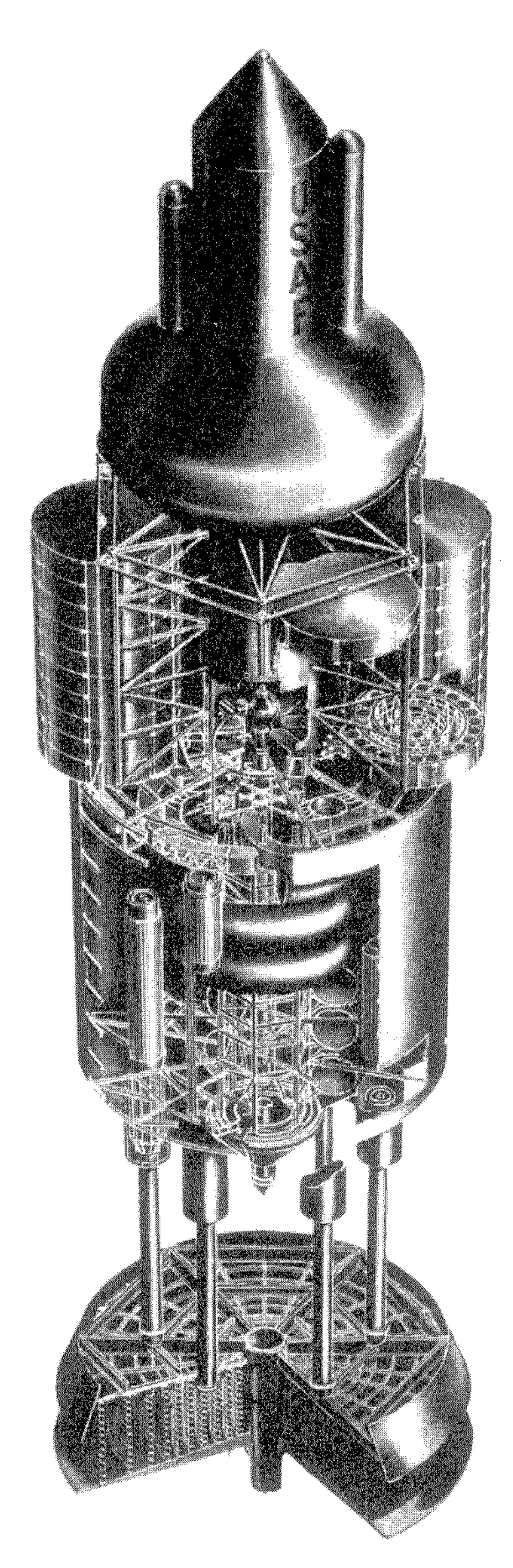
خصيصاً لأجل الكومبيوتر الكبير من صنع IBM المقرَّر أن يصل في شهر آذار/ مارس. وبعد مداولات استغرقت أسبوعاً، قال تيد «إن هذه الجماعة حدَّدت لنفسها ثلاثة أهداف رئيسية هي: (1) إقامة مخبر فضائي مأهول يدور في مدار حول الأَرض، يرجح أن يكون ذلك عبر الالتقاء والتجمّع في المدار باستخدام صواريخ كيماوية؛ (2) إقامة قاعدة مأهولة دائمة علىٰ سطح القمر؛ و(3) القيام برحلات مأهولة إِلىٰ المريخ». وبعد أسبوع أضاف: «ثم خرجنا نحن الثلاثة، برونو أوغنشتاين وكيث بروكنر وأنا، بفكرة رحلة ذهاب وعودة، مأهولة، إِلىٰ سطح القمر باستخدام الصاروخ أطلس سنتور Atlas Centaur تتضمن لقاءً في مدار حول الأَرض ولقاءً آخر في مدار حول القمر. وانتهينا إِلىٰ إِمكانية هبوط ثلاثة رجال علىٰ سطح القمر والعودة ثانية إِلىٰ المدار حول الأَرض وذلك في مركبة يكون وزنها النهائي 5000 رطل وباستخدام عشرة صواريخ أطلس سنتور في المهمة كلها. فهل يمكن تحقيق ذلك قبل انتهاء عام 1964؟؟».

وبعد «مناقشات ومداولات مطولة حول المظاهر العسكرية مقابل المظاهر غير العسكرية للمشاريع الفضائيَّة» توصلت الجماعة إِلىٰ «استنتاج عام بأَنَّه لا يوجد خط فاصل بين الاثنين». وفي أواخر شهر كانون الثاني/ يناير، وحين كانت اللجنة تعد تقريرها النهائي. ذكر تيد «كنا جميعاً علىٰ ٱتفاق بأن القيادة الجوية يجب أن تشرع بكل قوة في مشروع إِرسال إِنسان إِلىٰ الفضاء». وبالتزامن مع أعمال فريق العمل في لوس ألاموس، قام غاردنر بدعوة لجنة استشارية إِضافية للاجتماع في واشنطن، حيث قدَّم تيد موجزاً للبرنامج الفضائي الذي تصوره. ويستعيد تيد ذكرياته عن ذلك الاجتماع فيقول: «كان تشارلز لندبرغ عضواً في تلك اللجنة، وهو حاصل علىٰ جميع الموافقات اللازمة، أحببته وأُعجبت به منذ ذلك اللقاء الأول. ومع أَنَّه كان في مستهل العقد الخامس من عمره، إِلاَّ أَنَّه لا يزال يحتفظ بتلك الابتسامة الصبيانية علىٰ وجهه. وكان شديد الاهتمام بالبرنامج، وبصورة خاصة بالإِمكانيات التي تتيح القيام برحلات فضائيَّة مأهولة. تحدثنا معاً حول طريقة عمل مركبة أوريون، وعن



نسخة مركبة أوريون بقطر 10 م صُمِّمت لدى القوى الجوية الأَمريكية من أجل حمولة عسكرية: حيث تخزن وحدات النبضة في مستودعات إِفرادية لولبية الشكل.

موقع «جاك آس فلاتس» للتجارب



نسخة مركبة أوريون بقطر 10 م صُمِّمت لدى القوى الجوية الأَمريكية من أجل حمولة عسكرية: حيث تخزن وحدات النبضة في مستودعات إِفرادية لولبية الشكل.

أهمية النتائج التي توصلت إِليها لجنة دراسة البرنامج الفضائي التي تؤكّد وجوب متابعة مشروع أوريون. تحدّثنا لمدة نصف ساعة أَو ربما ساعة من الزمن ونحن نطوف أرجاء مبنى البنتاغون، لا سيما في الطابق الثالث منه». وعندما أصدرت اللجنة تقريرها النهائي وقدم في واشنطن في نهاية شهر آذار/ مارس في عدة جلسات، قُوبل التقرير باستحسان الجميع، وهذا ما أشار إِليه تريفور غاردنر بقوله إِلىٰ تيد: «رمينا رمية أصابت الهدف».

يقول تيد: «كان إِجماع الرأي لدى أعضاء اللجنة يقضي بالمضي بهذا المشروع التجريبي بكلفة تصل إِلىٰ عدة مئات من ملايين الدولارات. لكن هذا لم يغيِّر في الأمر شيئاً رغم أَنَّها كانت نقطة عالية حقاً تشير إِلىٰ أن المشروع وكأَنَّه سيمضي قدماً. لا سيما وأن هذه اللجنة عالية المقام التي شكلتها القيادة الجوية قد أوصت بصنع مركبة أوريون والانفتاح علىٰ المجموعة الشمسية بأسرها. وسوف ندير المشروع من سان دييغو حيث تقضي الخطة بأن يكون الإِقلاع من موقع جاك آس فلاتس Jackass Flats، وفي الموقع نفسه يتم تجميع أجزاء المركبة وصنعها من قبل عدد متنوّع من المتعهدين. وتلك كانت ذروة توقعاتي جراء المشاركة الفعلية».

وأُعدّت لائحة من 105 أشخاص، جميعهم يحملون الموافقات الأمنية، حضروا جلسات الإِيجاز الصحفي التي عقدت في مقر قسم الصواريخ البالستية التابع للقيادة الجوية في لوس أنجيليس. تبين هذه اللائحة أسماء المتعهدين الذين كانوا علىٰ قائمة الانتظار، وهم: أربعة مندوبين عن شركة بوينغ، خمسة من شركة كونفير، ستة من شركة فايرستون، أربعة من شركة هيوز، أربعة من شركة ماك دونيل، ثلاثة من لوكهيد، ثلاثة من شركة مارتن، خمسة من نورثروب، اثنا عشر من شركة نورث أمريكان أفييشن وستة من نورير Norair. وبهذا العدد الكبير من المتعهدين سوف يزدحم الموقع. يقول تيد «حاولنا أن نبدل في حجم الجهد، وبصورة خاصة ذلك الذي أسميناه نووي التحليق ذي

الواحد وعشرين طناً والذي يعد نموذجاً حقيقياً للمركبة بأجمعها، ونجعله يحلّق عبر الغلاف الجوي بعدد صغير جداً من التفجيرات النووية بعد اختبارات أرضية بالمتفجرات العالية. وكانت الفكرة أننا نستطيع محاكاة التأثيرات الميكانيكية من خلال تفجير طبقة من المادة عالية التفجير تكون مطابقة من حيث النوع والكثافة والسماكة للمادة المطلوبة لإعطاء النبضة التي نريد، وبحال كون ماصات الصدمة علىٰ الأَرض مقلوبة رأساً علىٰ عقب».

ويمضي تيد قائلاً في توضيحه: «كانت لدينا تصميمات ذات ما يقرب من مائة تفجير، ومن حيث الأَساس نسخة معدّلة بقياس أكبر للـPutt-Putt. وعندئذ نستعمل شحنات من متفجرات عالية مشكلة بحيث تمتد النبضات. نحن نعرف أَنَّها سوف تتلقى الصدمات الأولية، ولكن هذ ستحتمل تحوّل الزخم وبصورة متكرِّرة؟ وهل سوف تحلّق؟ وهكذا أصبحت منظومة قذف المتفجرات، وما إِلىٰ ذلك، بؤرة التركيز، والشئ الذي يتعين علينا فعله كخطوة تالية. وكنا نخطِّط لفعل ذلك في السنة القادمة، لكن هذا الأمر يتطلّب مالاً كثيراً، نحو عشرة ملايين دولار في العام».

يقول دون بريكيت فيما يذكره: «كان هذا الموضوع يسير علىٰ خير ما يرام طوال الفترة الواقعة بين عام 1960 وعام 1964. وكانت العمليات النظرية تعطي نتائج جيدة ووصلنا إِلىٰ مرحلة برنامج التجريب الذي يثير الاهتمام. لكن زيادة المقاييس والأموال التي احتاجتها هذه الزيادة كانت أكبر مما توقعنا. كان ينبغي علينا أن نجري دراسات هندسية وبحوثاً نظرية دونما سرعة، بخطوات أكثر بطئاً. غير أننا جميعاً أحسسنا أَنَّه يتوجب علينا أن نتخذ خطوة إِلىٰ الأمام في العمل الهندسي وذلك من خلال تقديم نموذج أَو نماذج أكبر حجماً. وهذا يعني الحاجة إِلىٰ أموال أكثر والحاجة أيضاً إِلىٰ قاعدة اختبارات غير التي كنا فيها. وهكذا وقع اختيارنا علىٰ موقع جاك آس فلاتس الذي وفَّر لنا الأَمن والبُعد عن الصحافة».

تقع منطقة جاك آس فلاتس التي سميت (المنطقة 25) من حقل التجارب في نيفادا علىٰ بُعد خمسة وسبعين ميلاً إلىٰ الشمال الغربي من مدينة لاس فيغاس، في جبال Funeral Mountains، وعبر صحراء أمارغوسا Amargosa القريبة من وادي الموت Death Valley، الواقع بين جبال وسهل Yucca. يقول باد بيان: «لقد فعلوا كثيراً من الأشياء الغريبة في نيفادا». لكن أغرب الأشياء حدثت في موقع جاك آس فلاتس حيث أجريت سلسلة من التجارب علىٰ المفاعلات النووية ذات النواة المفتوحة (والتي أطلقوا عليها تسمية «كيوي» نسبة إلىٰ ذلك الطائر الذي لا يطير) التي وضعت تحت الاختبار من أجل التطبيقات علىٰ الصواريخ النووية، وحيث توجد مستودعات لتخزين ما يقرب من مليون غالون من الهيدروجين السائل المُعد للاستعمال وقوداً دفعياً. كان من المقرَّر أن تنقل تجارب النماذج الكبيرة لمركبة أوريون إلىٰ موقع للتجارب في جنوب المحيط الهادي، لكن وجدوا موقع جاك آس فلاتس الذي لا يبعد عن لاجولا أكثر من 300 ميل الموقع الأنسب للبدء بهذه التجارب. يقول تيد: «أشعر الآن بحماس شديد وأنا أفكر بهذا الشئ في ذاك المكان وبتحليقه، ليس ذلك لأنَّه شيء نووي، بل لأننا سوف نجري تجارب نووية للمركبة الحقيقية، وأقصد بذلك مركبة تزن 4000 طن، وقد صنع لها نموذج بمقياس أصغر، ربما بضع مئات من الأطنان».

ومع اقتراب نهاية عام 1961 كانت التحسينات قد أُدخلت في تصميم صنع القنبلة حيث يوضع الوقود الدفعي علىٰ التوازي وضمن مخروط مقداره 22,5 درجة، ما يتيح مسافة 75 قدماً أمام مركبة تزن 200 طن لها صفيحة دافعة قطرها 30 قدماً، وبها 800 وحدة نبضة تزن الواحدة منها 220 رطلاً وتعطي ضربة مقدارها 44 قدم/ ثانية كل ثلاثة أرباع الثانية، لتحقق تسارعاً قدره (g2). وقدّر أن تكون هذه المركبة التجريبية غير مأهولة، لذلك يتعين علىٰ ديف فايس Dave Weiss أن ينتظر فرصة أُخرىٰ لأول تحليق. لكنه رغم ذلك درس مخطط مسار

أوريون. وقد وضع بعض الدراسات الهندسية مثل دراسة بعنوان «التحكم الناري في مركبة أوريون ذات الدفع بالشحنات» إضافة إِلىٰ دراسات أُخرىٰ تتعلّق بالمهام المُقرّر أن تقوم بها المركبة مثل «فن المناورة لتغيير مستوى المدارات الدائرية باستخدام أقل قدر ممكن من الوقود» ودراسة بعنوان «الفنون الحسابية لرحلات العبور السريع بين الأَرض والمريخ»، «مناقشة عامة لرحلات الذهاب والعودة بين الأَرض والمريخ وعبر الكواكب»، «اللقاء الموقوف، مفهوم جديد»، «آراء حول استخدام مادة قمرية أَو من منشأ كوكبي وقوداً دفعياً لأوريون». ويقول: «كانت ناسا شديدة الغيرة والحسد بخصوص فكرة الرحلات الفضائيَّة إِلىٰ المريخ والعودة إِلىٰ الأَرض».

إِلىٰ جانب ذلك كان لديف فايس دور هام جداً في وضع التصميم المسبق وتشكيلة الأَسلحة لنموذج مشروع أوريون بمقياس كبير، تم صنعه بناء علىٰ طلب من الآمرية الاستراتيجية الجوية، والذي قدَّمه الجنرال توماس باور إِلىٰ الرئيس كينيدي في قاعدة فاندنبرغ الجوية في أوائل عام 1962. قام بصنع هذا النموذج ـ الذي يصفه فايس بأَنَّه بحجم «سيارة كورفيت Corvette» ـ متعهد ثانوي في سان دييغو بكلفة 75000 دولار، وقد وضع في شركة جنرال أتوميك لفترة وجيزة جداً قبل شحنه إِلىٰ قاعدة فاندنبرغ في وقت متأخر من ليل الجمعة. يقول تيد: «وفجأة تلقينا التعليمات بأن الحكومة تريد هذا النموذج في فاندنبرغ». يقول بعض من كانوا آنذاك في الشركة إِنهم يذكرون هذا النموذج «يعج بالقنابل»، ويقول آخرون إِنَّه كان مزوداً بمدفعية من عيار 5 إِنش. وإِذا نظرنا إِلىٰ مقطع طولاني له نشاهد مراكز القيادة وحجرة الطاقم التي يصفها تيد بقوله «كانت واسعة بحيث يستطيع رجل واحد، أَو ربما رجلان، أن يتواجدا داخل النموذج عندما عرض علىٰ الرئيس كينيدي». كما يصفه فايس بقوله: «كان نموذجاً مثيراً للاهتمام. يحتوي علىٰ رؤوس حربية من عيارات مختلفة. وقد اتخذت لها نموذج قياس قدره 25 ميغا طن، وكان لدينا عدد لا بأس به

منها بحيث تسبِّب الهلاك لأي شخص تحدثه نفسه بالاعتداء علىٰ أوريون أو أن يوجه ضربة إلىٰ الولايات المتحدة. وقد جعلنا هذا النموذج ليبين وجود بعض القذائف التي أسميناها Casaba التي لم يسمع بها الرئيس كينيدي».

ويتابع فايس توضيحه قائلاً: «وصمّمنا أيضاً مركبة «إعادة الدخول» لتسير مع ذلك الشيء، كان منها عدد وضعناه في النموذج المصنوع بمقياس معين». وكان يشير إلىٰ عدد من مركبات الهبوط المساعدة والمشابهة للمكوك الفضائي، ويضيف إلىٰ ذلك قوله: «وقد أُعجب بها الرئيس كينيدي؛ وقد تستوعب عدداً من الأشخاص مثلما ٱستوعب الزورق PT». إذن أمامنا الآن شيء علىٰ الأَقل يستطيع كينيدي الإشارة إليه، فهو في جميع الأحوال من مقياس أوريون البارجة الحربية، جعله يشك في عقلانية المشروع، لكنه لم يكسب تأييده. ويستعيد فايس ذكرياته عن تلك المناسبة ويقول: «كنا ننظر إلىٰ ذلك النموذج ـ وكان كينيدي ينظر إليه أيضاً ـ ونتناقش حول مدى قوّته. وقلت لهم «إن أردنا أن نصنع نموذجاً أكبر فسوف يمحو كل مدينة روسية يبلغ تعداد سكانها أكثر من 200000 نسمة، ولدينا الأَسلحة الكافية لصنعه»». وبحسب أقوال تيد: «عرضنا علىٰ كينيدي نموذجاً لأوريون يحتوي علىٰ 500 رأس حربي Minutemanstyle، إضافة إلىٰ وسائل دفعها بمتفجرات موجّهة. وقد ذُهل لما رأى من أشياء تحدث وليس لها فائدة. لذلك لم يكن الجميع يشعرون بحماس له. بل إنهم رحّبوا بالمشروع عندما قُدِّم إليهم علىٰ أَنَّه وسيلة لاستكشاف الفضاء. ولم يوافق أحد عليه عندما عُرض عليهم بصفته بارجة حربية فضائيَّة أَو شيئاً من هذا القبيل».

ثم أُبعد هذا النموذج عن الأنظار. يقول دوغ فوكيه Doug Fouquet مسؤول المعلومات العامة لدى الجنرال كورتيس لوماي Curtis Le May في الآمرية الاستراتيجية الجوية فيما بين 1953 و1955 قبل أن يصبح مديراً للعلاقات العامة في شركة جنرال أتوميك: «كان في النموذج عدد كبير من الحجرات، مثل الغواصة إِنتربرايز Enterprise في Star Trek» وهو يذكر كيف نقل هذا

النموذج بالطائرة إِلىٰ مقر الآمرية الاستراتيجية الجوية «ضمن عنبر البضائع في الطائرة طراز C-97»، ويذكر أيضاً أن دي هوفمان طلب إِليه مرافقته لكنه اُعتذر. أما فايس الذي رآه لآخر مرة في قاعدة «فانيلاند Vannieland» فيعتقد «أَنَّه كان مغلفاً ضمن صندوق في واحد من مناجم الملح التي فيها يحتفظون ببعض المواد. ولا أحد غير الله يعرف أين يمكن أن يكون لدى الآمرية الاستراتيجية الجوية». كما يذكر أَنَّه في عام 1967، وقبل أن يغادر شركة جنرال أتوميك «جاء بعض الأشخاص وتحدَّثوا إِلىٰ بعض العاملين في مشروع أوريون، وتحدّثوا إِليّ أيضاً، وكانوا يعرفون كل شيء عن هذا النموذج. سألت أحدهم «هل تعلم أين يوجد؟» فأجاب «لو كنت أعرف، فلن أخبرك»».

ربما كانت عملية نقل ذلك النموذج إِلىٰ الآمرية الاستراتيجية الجوية التحليق الأخير لمركبة أوريون. وهنا تسمع اعتراف فايس بأحلام راودته منذ أربعين عاماً حول تواجده علىٰ متن مركبة أوريون عند إِنطلاقها الأول، فيقول «مع أنني أحب أن أنال مكافأة التحليق الأول، إِلاَّ أن الأمر كله كان مرحلة غير ذات أهمية عملية. فمركبة أوريون، خلافاً للطائرة العادية، يجب أن يكون لها نسبة اُنسياب وانحدار الحجر إِذا قُذف، فإِما أن تصل إِلىٰ مدارها أو أن «تتناثر» أَو «تتحطم» بأمان قدر الإِمكان. وما لم يستطع الطيار بصورة فريدة من نوعها تشغيل أَو إِنقاذ المركبة بأَفضل مما تقوم به منظومة إِدارة الطيران الثلاثية فإِنه لا فائدة من وجوده علىٰ متن المركبة. ويبدو أن أسوأ الحوادث الواقعة أثناء التجارب تكون في أغلب الأحيان مترافقة مع وجود عدد من أفراد الطاقم أكبر من الحد الأدنى. وزمن إِدخال المراقبين و/أَو طاقم طيران يكون بعد أن تصل المركبة إِلىٰ مدارها وبعد أن تتقرّر جدارتها في الفضاء وتثبت كفاءتها لمهمة قادمة من خلال التفتيش والإِصلاح. وغني عن القول إِن عدداً كبيراً من المسؤولين العسكريين لا يوافقون علىٰ إِطلاق مركبة غير مأهولة لا سيما وأن أول الأشخاص الذين سيكونون علىٰ متن المركبة خلال وجودها في مدارها يجب أن يكونوا من المهندسين!».

21

الغبار الذرّي

يقول تيد بعد أن يطرح السؤال: «ما مدى رداءة الإقلاع من موقع، مثل، موقع التجارب في نيفادا؟ لقد قمنا في واقع الأمر بعدة زيارات إلىٰ هناك، وخصوصاً موقع جاك آس فلاتس. ولم نكن بحاجة للذهاب إليه، ولكن من الرائع أن يتخيل المرء مشاهدة هذه المركبة تقلع للإنطلاق تبدأ أولاً بمردود منخفض بسبب الغلاف الجوي ثم يزداد المردود تدريجياً من عشرين طن لكل تفجير وحتى كيلو طن واحد أو أكثر بعد الخروج من الغلاف الجوي. ولكي تخرج من الغلاف الجوّي يكون العدد صغيراً مثل مائة. ومائة تفجير نووي ليس بالعدد القليل إنما هذه التفجيرات كانت صغيرة جداً. وكنا نؤكد دوماً أن تحليق مركبة أوريون من الأرض وداخل الغلاف الجوّي يعطي مردوداً من المادة تلك أقل كثيراً من المردود الذي نحصل عليه جراء التجارب النووية، وذلك من خلال تفجير قنابل ذات مرحلتين لانشطار ضخم يطلق الطاقة».

قبل عام 1958 كان مردود التجارب الجوية العالَمية بمجموعها يدنو من الرقم مائة ميغا طن. وكانت التجارب تجرى علىٰ سطح الأرض وفي الجو وتحت سطح البحر ومن علىٰ ظهر المراكب البحرية في جزر بيكيني Bikini وإنويتوك Eniwetok حتى أنَّه لو استمرت هذه التجارب في تلك الجزر المرجانية فلن يتبقى منها ما يكفي ليشكِّل حلقة مرجانية عندما تتوقف تلك التجارب.

كانت القنابل توضع في أعلىٰ البرج أَو تسقطها الطائرات، أَو تقذفها المدفعية أَو ترفع في الجو بالبالونات أَو تطلق نحو الفضاء بالصواريخ. يقول فريمان: «لقد كانوا في تلك الأيام يخادعون أنفسهم ومن حولهم. وكان الأمر شبيهاً بعرض للألعاب النارية، إِذ يستطيع المرء أن يطلق إِلىٰ الجو ما يشاء!» فكان أن صدر الحظر علىٰ التجارب الجوية بٱتفاق أيزنهاور وخروتشوف بتاريخ الثاني والعشرين من آب/ أغسطس عام 1958 وظل ساري المفعول من 31 تشرين أول/ أكتوبر 1958 وحتى الأول من أيلول/ سبتمبر عام 1961. ولكن كان ثمة نشاط محموم في مخابر ليفرمور ولوس ألاموس، إِضافة إِلىٰ نشاط محموم فيما يتعلّق بالنشاط الإِشعاعي في نيفادا قبل توقّف تلك التجارب. ذكر فريمان في يومياته بتاريخ 31 تشرين أول/ أكتوبر 1958 التي كتبها في لاجولا: «رجعت من ليفرمور اساعة الواحدة من صباح هذا اليوم حيث قضيت أسبوعاً هناك أشاهد صنع القنابل. كانت تلك الأيام آخر فترة قبل دخول الحظر حيِّز التنفيذ. وكانوا يقذفون كل شيء يمكنهم أن يجربوه قبل أن تعمل المقصلة عملها. كانت ثمة أفكار مفرطة في تطرّفها، وكان ثمة أناس شديدو الحماس، وقد شعرت بالأسى عند عودتي في نهاية الأسبوع».

بتاريخ 13 تشرين الأول/ أكتوبر 1958، أي قبل نحو أسبوعين، تم التوقيع علىٰ مذكرة تفاهم بين مركز الأَسلحة الخاصة التابع للقوى الجوية ممثّلة بمتعهده شركة جنرال أتوميك، وهيئة الطاقة الذرِّيَّة ممثّلة بمخبر الأشعة التابع لجامعة كاليفورنيا. كان من شأن هذه المذكرة أن تضفي الصفة الرسمية للتعاون القائم بين لاجولا وليفرمور في سبيل وضع مخططات لتجارب صغرى تجرىٰ تحت سطح الأَرض، أَو علىٰ سطح الأَرض أَو في أعالي الجو، وبصورة خاصة في مجال العمل علىٰ قنابل ذرِّيَّة صغيرة «نظيفة». ولم يكن التوقيع علىٰ هذه الاتفاقية قبل توقّف التجارب مجرد مصادفة. إِذ كان المؤيدون لمشروع أوريون يحثّون وزارة الخارجية علىٰ إِعفاء التجارب التي تقل قوتها عن كيلو طن واحد

وتجرىٰ تحت سطح الأَرض، وكذلك إِعفاء التجارب خارج الغلاف الجوّي حتى 50 كيلو طن. وإِن صدرت مثل هذه الإِعفاءات، فهذا يتيح لمشروع أوريون وغيره من الأفكار المغالية في تطرّفها أن تمضي قُدماً.

غير أن المهتمين بصناعة الأَسلحة لم يتوقفوا عن صنع القنابل بعد أن دخل الحظر حيِّز التنفيذ ودونما شيء من الإِعفاءات. وتابع العاملون في مشروع أوريون أعمالهم في وضع خطط لتجربة نووية يقصد بها تحديد ما إِذا كانت مسألة التآكل قابلة للطرق مثلما ظنوا. وقد أملوا أن يرسلوا إِلىٰ الفضاء الخارجي (وليس إِلىٰ مدار حول الأَرض) قنبلة صغيرة وصفيحة دافع بواسطة صاروخ، وتفجير القنبلة هناك واستعادة الصفيحة بواسطة المظلة. لكنهم الآن، بدلاً من ذلك، وضعوا خططاً من أجل انفجار ضئيل المردود يتم احتواؤه إِما داخل تجويف خال تحت الأَرض أَو في خزان مفرغ من الهواء يتم صنعه خصيصاً لهذا الغرض. فهل تستطيع الصمود في هذه التجربة عينة الصفيحة الدافعة وما يرافقها من نماذج حسابية؟ يقول فريمان «وذلك هو التأكد الواقعي. إِذا كان شخص ما جاداً في هذا الأَمر، فعليك أن تجري التجربة تحت الأَرض».

ويمضي فريمان قائلاً: «كانت الفكرة أن يسمح لنا بإِجراء طلقة اختبار واحدة وإِن نجحت فسوف نتابع. وقد صمّمت بحيث تكون محتواة لنتمكن من الوصول إِليها لندرس الركام الذي تخلّفه. وكانت الفكرة الرئيسية في هذه التجربة أن نخفّض مقدار الضغط بصورة سريعة، إِذ سيكون أمامنا حفرة محفورة في باطن الأَرض وبها الصفيحة الدافعة في جانب والقنبلة في الجانب الآخر وما بينهما فراغ مفرغ من الهواء. سوف يتم إِلقاء ذاك الركام علىٰ الصفيحة لكن المشكلة أَنَّه سوف يحصل ضغط عالٍ داخل تلك الحفرة، وبفعل هذا الضغط يتدمر كل شيء. أما إِذا خفضنا الضغط بعد الانفجار والارتداد الأولي من السطح في غضون بضع ميلليثواني فسوف لا تصاب الحفرة بأضرار. لذلك وضعت تصميماً لخطة تقضي بتعليق عدد كبير من كرات الفحم في الحجرة، وبما أن

هذه الكرات تشغل حيزاً صغيراً من حجم الغرفة فلن تشكِّل عائقاً أمام موجة الانفجار، ولكنها نتيجة لموجة الانفجار تتفكك وتنثر الهباب الأسود في جميع أنحاء هذه الحجرة فتمتص الإِشعاعات سريعاً».

ويتابع فريمان قوله وهو يتذكر رحلته بالسيارة مع تيد إِلىٰ مدينة البوكرك ليتحدثا مع قيادة القوى الجوية وهيئة الطاقة الذرِّيَّة عند إِجراء تجربة فوق سطح الأَرض داخل خزان مفرغ من الهواء: «من الواضح أن مثل هذه الخطة لا تصلح لتجارب ذات مردود عالٍ، غير أَنَّها جيدة في حدود مائة طن كحد أقصى. وهو ضمن المجال الذي يهمنا. سوف يحصل ضغط شديد جداً يعادل ألف ضغط جوي، وإِن لم نفعل شيئاً لخفضه علىٰ الفور فسوف يدمّر كل شئ. يجب ملء المكان بأجمعه بغبار الفحم الذي يمتص الطاقة في ميلليثانية واحدة. سوف تكون لعبة جميلة نتلهى بها. أما وزن الفحم فسوف يكون بحدود بضع مئات من الأطنان». لكن هذه الفكرة طبقاً لما قاله فريمان لم تستخدم. غير أن باد بيات، الذي احتفظ بدور نشط له في برنامج التجارب الأَمريكي يقول: «كلا! فقد استخدمت هذه الفكرة، وكان ذلك في تجربة أُجريت سراً في صحراء نيفادا، وقد دعيت باسم «الغبار الماسي Diamond Dust»».

بعد كل التفجيرات التي أُجريت في الجو والتي تبلغ قوة انفجاراتها ملايين الأطنان، يبدو من المستطاع إِجراء تجربة صغيرة محتواة لأوريون دون إِثارة أية عقبات بيئية أَو سياسية، حيث يكون سهلاً التمييز بين مشروع بنّاء مثل أوريون، وبين تطوير قنابل تدميرية. ولكن ثمة ثلاثة مضامين عسكرية علىٰ الأَقل مختبئة وراء التجارب المقترحة لأوريون.

أولاً، مسألة فك التقارن، أي ما إِذا كان ممكناً الفصل بين الاختبارات النووية الصغرى عن الإِشارة السيسمية التي تسبِّبها فتجعل من الصعب الكشف عن الانفجارات. فقد كانت احتمالات فرض حظر دائم علىٰ التجارب موضع نقاش ساخن لا سيما في مجال تطبيقه. وكان موقف هانز بيثه إِلىٰ جانب إِمكانية

التطبيق بينما كان إِدوارد تيللر يقول إِن تطبيقه صعب. وفي هذا الصدد كتب فريمان: «كان العامة من الناس إِلىٰ جانب بيثه، أما الحقائق فكانت إِلىٰ جانب تيللر، وكنت في وسط هذه المعركة». ودون الخوض في حديث عن الأمور الفنية أعلن لقراء مجلة «Foreign Affairs» أن من الممكن «بناء مبنى يبدو من الخارج وكأَنَّه منشأة صناعية عادية، لكن بداخله يمكن احتواء تفجيرات بقوة كيلو طن. وقد يتصور المرء منشأة لتجارب الأَسلحة تحمل يافطة كُتب عليها «معامل فولاذ كازاخستان» وتقوم بأعمال مشروعة لصناعة الفولاذ بصورة هامشية» ومن الممكن إِيصال مئات الأطنان من الفحم إِليها دون إِثارة أية مخاوف أَو شكوك.

ثانياً، سوف يكون لاختبار تأثيرات الانفجارات النووية في السطوح المحمية وغير المحمية ضمن الفراغ تداعياته في تصميم وصنع أَسلحة مضادة للصواريخ ومضادة للأقمار الصناعية، وكذلك في فهم طريقة الدفاع أمام هجوم كهذا. وثالثاً، إِن المبدأ الضمني للانفجارات ذات الطاقة الموجهة، وهو عنصر أساسي في جميع تجارب أوريون، له نتائج عسكرية لا يمكن تفاديها، من حيث كون القنابل ذات الطاقة الموجهة هي النوع الوحيد من الأَسلحة النووية المفيد في القتال القريب ذلك أَنَّها تشتمل علىٰ إِمكانية توجيه القنابل بعيداً عن القوات التابعة لصاحب هذه القنابل. وقد كانت تلك المسائل علىٰ جانب كبير من الأهمية في عام 1959. هذا وقد توصلت دراسة أجرتها وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة حول تكنولوجيا الأَسلحة المضادة للصواريخ إِلىٰ استنتاج مفاده «من فوائد التفجير النووي الموجّه أَنَّه (1) ذو مجال أكبر للفتك، و(2) أَنَّه يملك القدرة علىٰ توجيه نواتج الانفجار بحيث يوفر الحماية للعناصر الصديقة التي يحتمل تواجدها في أماكن قريبة والتي لن يكتب لها البقاء عقب انفجار متساوي الخواص له المردود نفسه». ولكن مهما تكن النوايا سلمية فإِن مشروع أوريون مرتبط بعرى وثيقة لا يمكن فصمها مع أعمال تطوير الأَسلحة. ومن جهة أُخرىٰ

يمكن فصل التقارن بين انفجار القنبلة والشارة السيسمية في حين لا يمكن فصل هذا التقارن في تجارب أوريون.

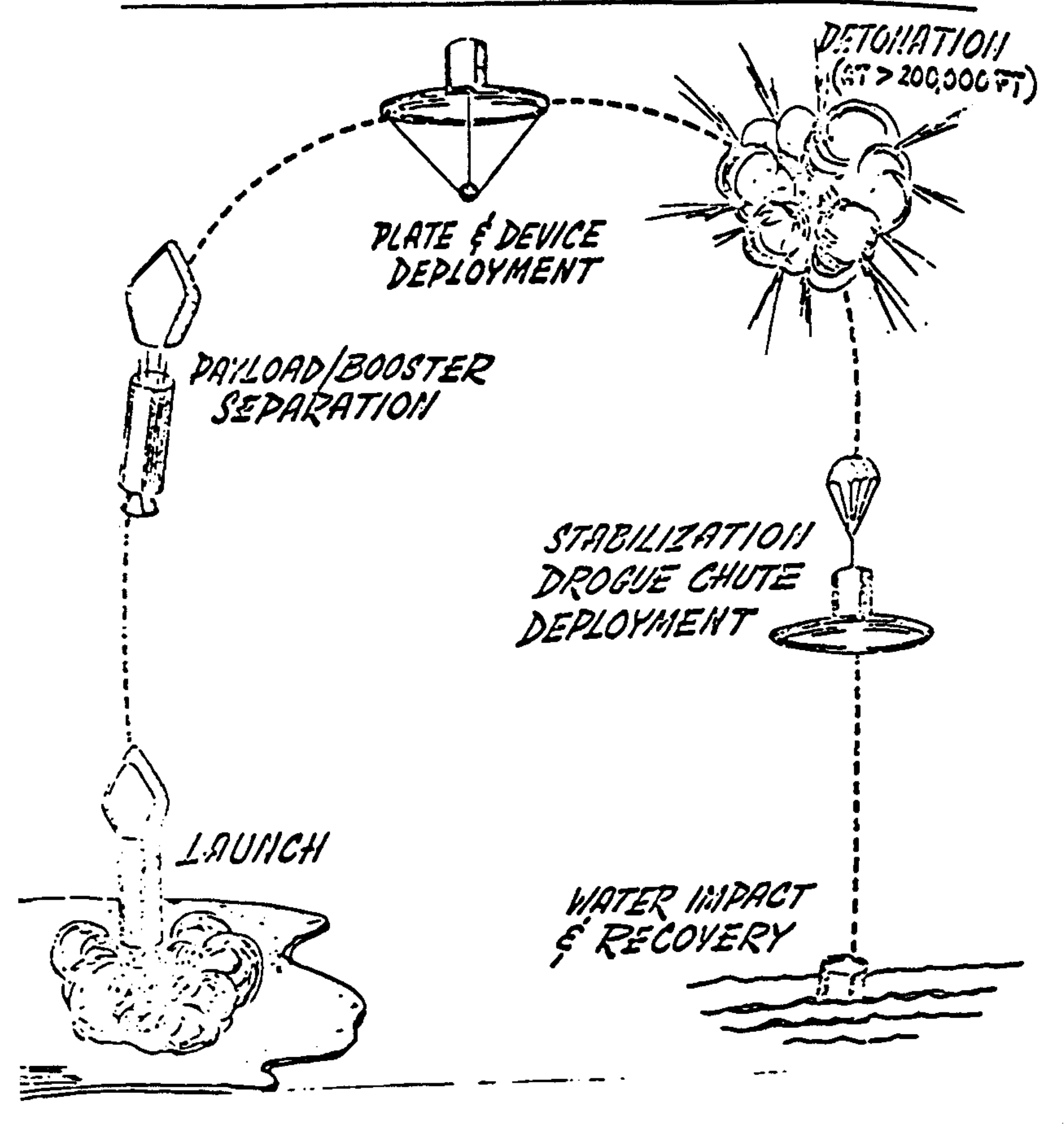
في شهر تموز/ يوليو من عام 1959 قام فريمان وتيد وبرايان دان بزيارة إِلىٰ موقع جاك آس فلاتس للتجارب، حيث، كما يقول فريمان «كنا نأمل أن نجري تجربة بقنبلة حقيقية للتأكد من الجدوى». لقد كانوا جميعاً في نيفادا يخطِّطون لانفجار واحد، تحت الأَرض، وكان يستحيل عليهم أن يقفوا هناك في صحراء خالية دون أن تخطر في أذهانهم صورة إِطلاق مشروع أوريون بأبعادها الحقيقية. يصف فريمان مشاعره حيث وقف في ذلك المكان فيقول: «مرة واحدة في حياتي أحسست بالصمت المطبق، وكان ذلك في موقع جاك آس فلاتس تحت حر شمس الظهيرة. كان صمتاً رهيباً يحطم النفس. تحبس أنفاسك علّك تسمع شيئاً ولا شيء يتناهى إِلىٰ سمعك. وهناك في ظل ذاك الصمت الرحب الأبيض بدأت لأول مرة أشعر بشئ من العار لما كنا بصدد فعله. فهل كنا حقاً نعتزم أن نغزو ذلك الصمت بالشاحنات والجرافات وبعد بضع سنين نتركه مكب نفايات لمواد مشعّة؟ وتبادرت إِلىٰ ذهني أولى ظلال الشك حول صوابية مشروع أوريون».

لقد خيمت ظلال الغبار الذري علىٰ مشروع أوريون منذ بدايته. وقد تضمن العقد الذي أبرمته وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة بنداً بعنوان «المهمة الخامسة: التكامل الإِجمالي للتصميم» والفقرة رقم 10 في هذا البند حملت عنوانه «التلوث الإِشعاعي علىٰ الصعيد العالَمي، والتلوث الإِشعاعي في موقع الإِطلاق». ومع أن ملاحظة قد صدرت بعد شهرين من التوقيع علىٰ العقد تقول «إِن أحداً لم يبحث في فكرة الحماية أَو الإِطلاق أَو التلوث الإِشعاعي حتى الآن» إِلاَّ أن بعض التقديرات قد أُجريت بخصوص الغبار الذري المتساقط من المهام النموذجية حالما درست الخصائص الأساسية للمركبة والشحنات الدفعية لها. وقد حفظت هذه الدراسات جميعاً في تصنيف سرِّي ذلك أن أي بحث في

الغبار الذرِّي سوف يكشف تفاصيل فنِّيَّة بخصوص تصميم القنابل. وأما بالنسبة للجهات الراعية لمشروع أوريون توجد أيضاً مشكلة الكشف عن ذلك العدد الضخم من القنابل التي سيتضمنها هذا المشروع.

وبات موضوع الغبار الذرِّي عنواناً سياسياً ساخناً في عام 1954 حين أجري تفجير قنبلة Castle Bravo في جزيرة بيكيني Bikini في المحيط الهادي وكان مردودها يزيد عن 15 ميغا طن بدلاً من التقديرات الأولية التي أشارت إلىٰ 6 ميغا طن، وأصابت إشعاعاتها الشديدة قارب صيد ياباني يحمل اسم Lucky Dragon وأصابت بالتلوث الإشعاعي سكان جزر Rongelap وUtirik، ناهيك عن التجارب السوفياتية التي أمطرت اليابان بنواتج التفجير الانشطاري وقد ظهر السترونتيوم 90 Strontium 90 الذي يمتاز بنصف حياة قدرها ثمانية وعشرون عاماً في حليب الأمهات وعظام الأطفال، مما حدا بقادة عالميين مثل أدلاي ستيفنسون وألبرت شفايتزر ولينوس باولنغ ومجلس الكنائس العالَمي وحتى البابا إلىٰ المناداة بوضع حد للتجارب الذرِّيَّة في الجو. وفي هذا يقول تيد: «لقد أحبت والدتي مشروع أوريون، لكنها لم تحب القنابل».

قد ينتج عن إطلاق مركبة أوريون ثلاثة أشكال عريضة متميزة من الغبار الذرِّي. أولاً، تنطلق المادة النشطة إشعاعياً إلىٰ الأعلىٰ مباشرة من خلال الانفجارات الأولى القريبة من الأَرض. «ولكي نتفادى التلوث الإشعاعي في المناطق السطحية» جاء اقتراح في عام 1959 يقول «باستخدام طلقات متفجرات عالية إلىٰ ارتفاع 400 أَو 500 قدم، وبعدئذ تستخدم طلقات نووية صغيرة لما يتبقى من الغلاف الجوّي والجوفضائي». وثانياً، تنطلق نواتج الانشطار إلىٰ الجو مباشرة من خلال 100 إلىٰ 200 انفجار تصل بالمركبة إلىٰ ما فوق طبقة الستراتوسفير، هذا إذا لم تحملها إلىٰ الفضاء الخارجي. وأخيراً هناك نواتج الانشطار التي تنطلق بعد أن تصبح مركبة أوريون فوق طبقة الستراتوسفير، يعقبها عدة مئات من الانفجارات الأُخرىٰ عندما تكون المركبة في مدارها حول الأَرض أَو تشق طريقها للذهاب إلىٰ مكان آخر.



اقتراح، حوالي عام 1960 يقضي بإطلاق صفيحة دفع قطاعية بواسطة صاروخ إلىٰ ارتفاع 200000 قدم، ثم تفجير شحنة نووية صغيرة وبالتالي استعادة الصفيحة.

غير أن رفع مركبات أوريون إلىٰ ما فوق الغلاف الجوّي بواسطة الصواريخ الكيماوية يقلِّل كمية الغبار الذرِّي الآني، وهذا ما تم اقتراحه في النسخ المتأخرة من أوريون التي تُعد هجينة وبذلك وجد الحل لمسألة الغبار الذرِّي. لكن الفضاء الخارجي يعد بيئة عالية الإشعاع وليس ثمة ما يدعو

للخوف بأن نواتج الانشطار التي تبقى في الفضاء سوف تسبِّب الأذى. ولكن من سوء طالع أوريون أن قسماً كبيراً من نواتج الانشطار التي تنطلق في أي مكان ضمن الحقل المغناطيسي للأَرض ـ ليس فقط ضمن الغلاف الجوّي للأَرض ـ تتخذ مساراً لولبياً لنفسها على طول خطوط الحقل المغناطيسي وتعود أدراجها بالتالي إِلىٰ الأَرض.

وقد تم توضيح هذه الحقيقة من خلال تجربة مشتركة أجرتها مخابر لوس ألاموس بالتعاون مع وزارة الدفاع أطلقت عليها تسمية Teak، وبمردود قدره 3,8 ميغا طن علىٰ ارتفاع 250000 قدم فوق سطح المحيط الهادي بتاريخ الأول من آب/ أغسطس عام 1958. وهذا ما يوضحه فريمان بقوله: «تضمنت تجربة Teak التي كنا ننظر إِليها بحذر شديد عنصر التنغستن وذلك لأسباب ليس ضرورياً أن تعرفها. والتنغستن عنصر ذو نشاط عالي الإِشعاع وقد تساقط كله، مائة بالمائة، علىٰ الكرة الأَرضية بأسرها عبر سنوات عديدة. وقلما يستثنى منه جزء، لأن كل شيء يتأين يلتقطه المجال المغناطيسي ولا ينجو من هذا المجال إِلاَّ الذرات المحايدة. والعنصر يتأين طالما ظل معرضاً لضوء الشمس، وبالتالي ينساب إِلىٰ داخل الغلاف الجوّي وإِلىٰ الأَرض مع خطوط الحقل المغناطيسي. لذلك فالطريقة الوحيدة لتجنّب حصول ذلك أن يتم الإِطلاق فوق القطب الشمالي حيث تتوجه خطوط هذا الحقل خارجاً، وباستخدام قنابل غير تماثلية وبذلك يكون المرء واثقاً بأن ركام الانفجار يذهب خارجاً وليس إِلىٰ داخل الغلاف الجوّي. وبهذه الطريقة نستطيع تخفيض التلوث الإِشعاعي إِلىٰ عشرة بالمائة مما هو متوقع أما التخلص نهائياً من الغبار الذري فهذا مستحيل. وعامة الناس يرون أن الضرر الكامن في نسبة العشرة بالمائة يعادل الضرر الناجم عن مائة بالمائة».

بيد أن المشكلة المتعلقة بمشروع أوريون في عام 1959 تتمثَّل في واقع الأمر بالحاجة إِلىٰ معرف الإِجابة عن سؤالين اثنين هما ما مقدار الغبار الذرِّي الناتج؟ وما هي آثاره؟ يقول فريمان في أحد تقاريره التي تتضمن أعماله والتي

نعرف منها واحداً علىٰ الأقل (لا يزال مكتوماً) بعنوان «الغبار الذرِّي الإِشعاعي المتساقط من مركبات فضائيَّة تعمل بقوة دفع من القنابل» مؤرخ في 2 حزيران/ يونيو عام 1959 مها يلي: «أذكر أنني ٱشتغلت بمسألة الغبار الذرِّي التي كانت مسؤوليتي لعدة شهور. وقد أجرينا حسابات دقيقة جداً قبل أن تتوفّر الأدلة المتاحة لنا الآن بوقت طويل. من السهل علىٰ المرء أن يحسب حساباً تقريبياً. لكن ما يجب علىٰ المرء أن يعرفه حقيقةً هو كم وحدة راد يمتصها المرء وسطياً وتسبِّب له الوفاة؟ وذلك في حال حساب الجرعات الدنيا». [الراد هو وحدة الجرعة الإِشعاعية الممتصة ـ المترجم].

ويضيف فريمان قائلاً: «كان الرقم الرسمي في ذلك الحين 100000، وهو الرقم الرسمي المعتمد لدى الأمم المتحدة التي ٱستنبطته من إِحصاءات هيروشيما وناكازاكي. وقد عرفنا الآن أن هذا الرقم خطأ، والرقم الصحيح هو 10000، أي عُشر الرقم الذي حدَّدته الأمم المتحدة. وعرفنا أيضاً أن الرقم الصحيح أصغر من هذا كثيراً وذلك من خلال قياس أجراه أطباء في غلاسغو علىٰ أطفال تعّرضوا لأشعة إِكس وهم في أرحام أمهاتهم. وكان هذا الدليل معروفاً في عام 1958 رغم أن الأمم المتحدة لم تأخذه في ٱعتبارها. وكنا أكثر تحفّظاً في حساباتنا من الأمم المتحدة واعتمدنا الرقم 10000 المقبول إِلىٰ حد كبير بأَنَّه الرقم الصحيح».

ويتابع فريمان: «وبفرض أن الرحلة ستكون إِلىٰ المريخ أَو أي مكان آخر، فإِن نصف مسافة الرحلة سوف تكون ضمن المجال المغناطيسي للأَرض. لذلك فإِن النصف سوف يتساقط إِلىٰ الأَرض. وإِذا كان إِجمالي الناتج الانشطاري نحو ميغا طن، فإِننا نسبِّب تساقط نصف ميغا طن من الغبار الذرِّي إِلىٰ داخل الغلاف الجوّي. وفي تلك الأثناء كانت الولايات المتحدة وروسيا تجريان تجارب لقنابل ضخمة في الجو، أي ما يعادل مائة ميغا طن في العام الواحد. وكانت تقديراتنا تشير إِلىٰ أننا بذلك نضيف واحداً بالمائة إِلىٰ التجارب

الجارية حالياً. وهنا يبرز أمامنا السؤال كم من البشر يُقتلون بسبب هذه التجارب؟ وهذا ما أثار جدلاً واسعاً وساخناً».

ثم يمضي قائلاً: «لو قُدِّر لنا أن نوزّع هذا النشاط الإشعاعي بالتساوي قدر الإمكان على الكرة الأرضية بكاملها ونستعين بالرقم 10000 راد للشخص الواحد في كل حادثة وفاة، فسوف نخرج بنتيجة تقول إن نحو ألف شخص يلقون مصرعهم كل سنة بسبب التجارب الحالية. وهذا يعني أن نحو عشرة أشخاص سيلقون حتفهم عند كل مهمة من مهام مركبة أوريون. وهو رقم أخذته على محمل الجد. أقصد بذلك أننا سنحكم بالموت على عشرة أشخاص إن لم نفعل شيئاً في سبيل الإقلال من خطر الغبار الذرّي. وهذا بالنسبة لي كان نقطة توقفت عندها كثيراً».

ويضيف قائلاً: «ولهذا السبب ذهبت إلى ليفرمور يدفعني إلى ذلك اعتقادي بأننا نستطيع أن نصنع القنابل النظيفة. وإن لم تكن القنابل نظيفة جداً فليس ثمة ما يجدي في صنعها. لكن الذي اكتشفته هناك أن صنع القنبلة النظيفة أكثر صعوبة مما ظننت، والذي بمقدور ليفرمور أن تفعله هو فقط اعتماد العامل واحد من عشرة. وهذا ما أسموه القنبلة النيوترونية، أي الحصول على النيوترونات دون انشطار. والنيوترونات يسهل امتصاصها. وهذا بدورها يعني مقتل شخص واحد في المهمة الواحدة لأوريون. وهو أمر يُعتبر في حدود المقبول إذا أخذنا في الاعتبار أن جميع هذه المشروعات الضخمة تسبِّب الوفاة بطريقة أو بأُخرى. ولكن من وجهة النظر الحالية في هذه الأيام ليس هذا الرقم مقبولاً على الإطلاق. أما في تلك الأيام فلم يكن الأمر بمثل هذا الوضوح. لقد ظننت أن باستطاعتنا صنع قنابل نظيفة حقاً، التخفيض بعامل عشرة. ولحسن الحظ، وكما تبين لنا لاحقاً لم تنجح أي فكرة من الأفكار التي عملت مخابر ليفرمور عليها. جميع التصاميم العملية لمركبة أوريون تعتمد أساساً لها القنابل الانشطارية العادية وهذا بالنسبة لي الخطأ المميت».

ترك فريمان العمل في المشروع عند نهاية شهر أيلول/ سبتمبر عام 1959. وانتهت بذلك أيام العمل الحر، حين كان الفيزيائيون يعملون عمل المهندسين والمهندسون عمل الفيزيائيين. يقول وهو يسترجع ذكرياته: «بدأ العمل يتجه نحو البيروقراطية. صار عدد الموظفين نحو خمسين، وهو رقم كبير في نشاط يفتقر إلىٰ الهيكية». وانتهت أيضاً الأيام التي كان فيها يرسم التصميم علىٰ ظاهر المغلف، ثم تجري التجربة بعد ستة شهور في صحراء نيفادا أو بعيداً في المحيط الهادي. ولم تكن نهاية هذه التجارب لأسباب تعود إلىٰ الحظر المفروض فقط، وإنما أيضاً بسبب الزيادات الهائلة في التكاليف والبيروقراطية المؤسساتية التي تعترض سُبُل العمل. وفي غضون السنوات الست التالية، ظل مشروع أوريون يلهث وراء تحقيق تلك التجربة الأولى الهامة جداً، وما انفكت التجربة تبتعد عنه حتى لتكاد تفلت من يده. ففي العديد من المناسبات ينجح المشروع في الحصول علىٰ التمويل ويخفق في الحصول علىٰ الإذن، وإن حصل علىٰ الإذن بالتجربة يعجز عن الحصول علىٰ التمويل، ولم يفلح مرة واحدة في الحصول علىٰ الاثنين معاً.

غير أن تيد وزملاءه في جنرال أتوميك حافظوا علىٰ تقاربهم مع نظرائهم في ليفرمور ولوس ألاموس، ورغم ذلك أثار احتمال وضع برنامج تجارب حقيقية نزاعاً مع مخابر الأسلحة التابعة لهيئة الطاقة الذرِّيَّة. فقد ورد في إيجاز قدمته قيادة القوى الجوية في شهر شباط/ فبراير عام 1961 حول حالة المشروع ما يلي: «لقد نشأت فكرة الشحنات الدافعة في مخابر هيئة الطاقة الذرِّيَّة. والمجموعة العلمية العاملة في شركة جنرال أتوميك تتألّف في معظمها من موظفين كانوا يعملون في هيئة الطاقة الذرِّيَّة وأخذوا معهم هذه الفكرة عندما ذهبوا إلىٰ تلك الشركة كما أخذوا أيضاً التكنولوجيا اللازمة للقيام ببرنامج بحثي. وقام الباحث الرئيسي لديهم الدكتور تايلور بترجمة الفكرة الأساسية إلىٰ ما يبدو اليوم تصميماً قابلاً للتنفيذ يساعده في هذا علماء يعملون في المخابر التابعة لهيئة الطاقة الذرِّيَّة وذلك علىٰ أساس اتصالات غير رسمية فيما بينهم».

والآن وقد تبين أن مشروع أوريون يمضي قُدماً في سبيله بحيث ينفق أموالاً حقيقية ويفجّر قنابل حقيقية برز الكثير من التذمّر في هيئة الطاقة الذرِّيَّة، كما جاء علىٰ لسان أحد المسؤولين في شركة جنرال أتوميك: «إن موقفهم غير الرسمي علىٰ الأقل بخصوص ما تقوم به جنرال أتوميك في مجال الشحنات الدفعية هو تعدٍ علىٰ مسؤوليات هيئة الطاقة الذرِّيَّة، ويدل علىٰ عدم استحسانهم عمل الشركة في هذا المجال. فالعمل هذا يقوم به نفر من أفضل علماء هيئة الطاقة الذرِّيَّة الذين وظفتهم جنرال أتوميك لديها». وفي شهر تموز/ يوليو من عام 1961 التقى دون بريكيت بالجنرال آلفن لوديكه Alvin R. Luedecke المدير العام لهيئة الطاقة الذرِّيَّة في محاولة منه لإزالة الخلافات القائمة بين هيئة الطاقة الذرِّيَّة ومركز الأَسلحة الخاصة التابع للقوى الجوية حول بعض الأمور التي لها علاقة بمشروع أوريون. وطبقاً لما يقوله: «كان الجنرال شديد الاهتمام بخصوص إبعاد شركة جنرال أتوميك عن مجال تصميم القنابل».

واستمر العمل ببرنامج التجارب بالرغم من أن الحظر لا يزال ساري المفعول. يقول هاريس ماير: «لم يكن واضحاً خلال فترة حظر التجارب ما إذا كنا سنجري التجارب ثانية. ليس ذلك لأن التجارب بحد ذاتها خطأ، أَو أمر سئ، أَو شيء من هذا القبيل. ولا يوجد في الطبيعة شيء يمنعنا من القيام بتجارب مسؤولة. فنحن الذين نضع القوانين في هذا الشأن وليس الطبيعة». وانتهى الحظر علىٰ نحو مفاجئ والسبب في ذلك حصول تجارب تخلو من أي إحساس بالمسؤولية. يقول جون فوستر John S. Foster مدير مخابر ليفرمور في ذلك الحين: «اندفع السوفيات لإجراء تجارب مدهشة، نحو خمس أربعين طلقة في غضون خمسة وستين يوماً ابتداء من الأول من أيلول/ سبتمبر عام 1961. ومن هذه التجارب كانت أربع عشرة تجربة بقوة تفوق الميغا طن وواحدة بقوة ثلاث وستين ميغا طن». فكان رفع الحظر هذا بالنسبة إلىٰ مخابر ليفرمور ومخابر لوس ألاموس بمثابة دافع يدفعها للمضي قُدماً بأقصى سرعة، وكان ثمة اندفاع قوي نحو إجراء التجارب لأي شيء متوفّر لديهم وبخاصة في منطقة

المحيط الهادي. وبدا الأمر وكأن مشروع أوريون سيلحق بهذا الركب. يقول باد بيات: «وذهبنا إلىٰ المحيط الهادي لإِجراء سلسلة من التجارب. كان ذلك عام 1961، وكانت لدينا كافة المخططات والمعدات. كان كل شيء جاهزاً لوضع النموذج والقيام بالتجربة علىٰ مركبة أوريون. الجميع علىٰ أهبة الاستعداد، حتى أنني اصطحبت معي ملابس السباحة». وفي اللحظة الأخيرة سُحب الإِذن بإِجراء تجربة أوريون.

وتوالت العقبات في وجه المشروع، وما برحت مقترحات التجارب تصطدم بعوائق سياسية أَو بيروقراطية من سنة مالية إِلىٰ أُخرىٰ، أَو من سلسلة تجارب إِلىٰ أُخرىٰ. وفي عام 1962 تقرَّر نقل التجارب المقترحة لمشروع أوريون من الموقع المخصّص لها في صحراء نيفادا إِلىٰ ميدان وايت ساندز White Sands لرمي الصواريخ في قاعدة هولومان Holloman الجوية بولاية نيو مكسيكو مع التأكيد بأن مشروع أوريون هو منظومة دفع وليس منظومة أَسلحة، وذلك بأمل أن تتضمن المعاهدة الوشيكة لحظر التجارب النووية بنوداً يسمح بموجبها باستمرار المشاريع غير ذات الصلة بالأَسلحة. وقد جاء في تقرير وضعه دون بريكيت علىٰ أثر زيارة قام بها إِلىٰ واشنطن في شهر آب/ أغسطس عام 1962 للالتقاء بمسؤولين في وزارتي الخارجية والدفاع: «يبدو أن الدكتور كافانو Kavanu والدكتور ماكميلان McMillan يحبذان قاعدة هولومان ليعطيا المصداقية لحجتنا القائلة إِن هذه التجارب ليست لمنظومات أَسلحة، وإِنما اختبار لمنظومة الدفع. وبدا كل من السيد فوستر والأدميرال باركر وأركانهما متفهمين للتحليل المنطقي الذي قدمناه موضحين الأسباب الموجبة لأن تتضمن أية اتفاقية تحظر التجارب علىٰ الأَسلحة، إِن أمكن، نصاً يسمح باستمرار تجاربنا الخاصة بمشروع أوريون. وقد ذكر لنا أركان السيد فوستر بأن فوستر سوف يتحدث مع الرئيس بهذا الشأن. وأخيراً، وبعد طول انتظار، لاح لنا أمل بأننا سنحصل علىٰ قرار من أعلى المستويات بخصوص مشروع أوريون وعلاقته بأية اتفاقية حظر مستقبلية. وإِذا عكس المشروع الأَمريكي الخاص بنزع الأَسلحة

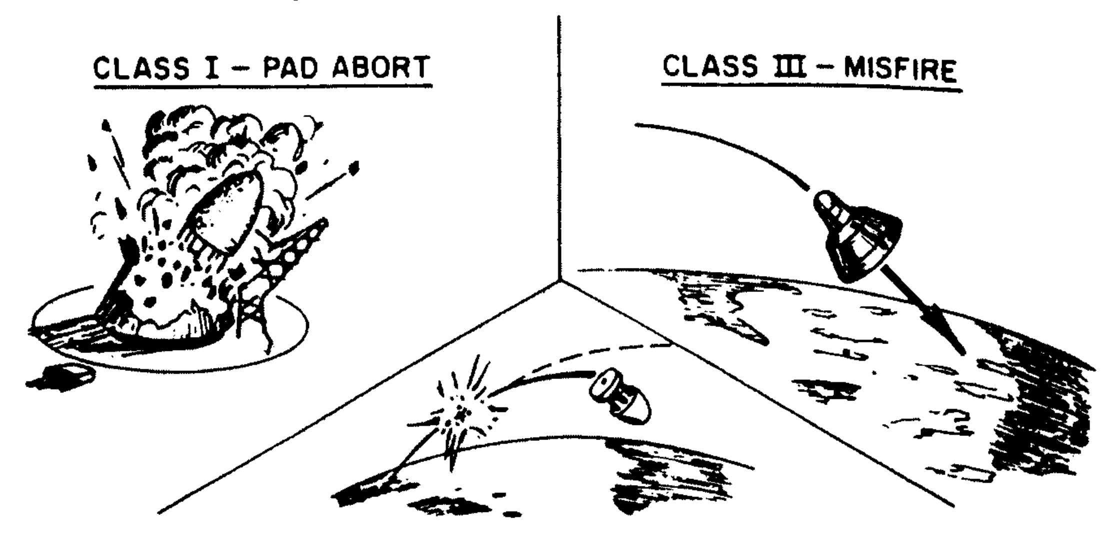
مشاعر المسؤولين عن نزع الأَسلحة حيال مشروع أوريون فسوف يكون بيدنا إِثبات من أعلىٰ مستويات الحكومة بأن هذا المشروع ليس منظومة أَسلحة نووية، وإِنما مشروع اختبار منظومة الدفع».

بيد أن الآمال باستثناء مشروع أوريون من الحظر علىٰ التجارب النووية سرعان ما تبدّدت. يقول فريمان: «أنا لست بحاجة لوجود حظر علىٰ التجارب طالما أَنَّه يوجد أمل واقعي بالانطلاق نحو المريخ، ولكنه تبين لي آنذاك بكل جلاء أن النضال من أجل مشروع أوريون ليس جديراً إِذا كان ذلك سيكلفنا الحظر علىٰ التجارب. لكنني في النتيجة بدلت موقفي من معارِض إِلىٰ مؤيد لهذا الحظر». وقد أمضى فريمان صيف عام 1963 يعمل لدى وكالة الرقابة علىٰ الأَسلحة ونزع السلاح في واشنطن بينما كانت المفاوضات النهائية لا تزال مستمرة في موسكو. حيث يقول: «كان مقر عملنا في المبنى القديم لوزارة الخارجية الكائن في شارع (C)، وكان لدينا الإِحساس بأن هذا المبنى ينتمي لجيل من دبلوماسيين فائقي التهذيب. وكانت له نوافذ واسعة تطل علىٰ الشارع مباشرة حتى لو حاول أحد أن ينظر إِلىٰ ما يجري بداخله لرأى الأوراق السرية الملقاة علىٰ المكاتب». عمل فريمان تحت إِشراف فرانك لونغ Frank Long رئيس مكتب العلوم والتكنولوجيا، الذي رافق أفريل هاريمان Averell Harriman في رحلته إِلىٰ موسكو من أجل المفاوضات المتعلقة بالمعاهدة، حيث كان كينيدي مصمّماً علىٰ التوصّل إِلىٰ اتفاق لكنه ترك الأمر لهاريمان ولونغ ليقرِّرا كيف يحدّدان الخطوط الفاصلة.

يحدِّثنا فريمان عن تلك المفاوضات فيقول: «مع أن معظم نقاط البحث لم تكن علمية، إِلاَّ أن العلماء هم الذين قاموا بالقسم الأعظم من الأعمال وهم الذين أداروا المفاوضات بصورة مذهلة. كان الموضوع الرئيسي لمحادثاتنا في ذلك الصيف الاستخدام السلمي الآخر للأَسلحة النووية المعروف باسم بلاوشير Plowshare، وهو موضوع طال النقاش حوله كثيراً، إِن أرادته الولايات

المتحدة، لم ترغب به روسيا، وإِن رغبت به روسيا لا تريده الولايات المتحدة. وفي ذلك الصيف تحديداً كانت الولايات المتحدة تريده ولم ترغب به روسيا. فكانت هذه المسألة بمثابة العقبة الكأداء التي تزيد المفاوضات صعوبة. وقد أصر الروس علىٰ ضرورة أن يتضمن الحظر التفجيرات النووية لغايات سلمية، بينما أصرت الولايات المتحدة علىٰ نقيض ذلك. وعند تلك المرحلة من المفاوضات تصادف ذهاب الجميع لقضاء عطلة نهاية الأسبوع، وبقيت ولم أذهب. وجاء السؤال إِلىٰ واشنطن من هاريمان عبر لونغ «هل تقبل الولايات المتحدة التنازل عن موقفها في موضوع التفجيرات لأغراض سلمية؟» كنت وحيداً في المكتب. وفكرت كثيراً: «إِن هذا يعني الحكم بالإِعدام علىٰ مشروع أوريون. فهل هذا صواب أم خطأ؟» وقلت «أجل بالتأكيد نستطيع أن نقبل ذلك». ثم أنجزت المعاهدة، سريعاً، وفي غضون بضعة أيام».

وإِلىٰ ذلك يضيف فريمان زيادة في الإِيضاح: «يستطيع المرء من الناحية الفنِّيَّة أن يتوصل إِلىٰ اتفاق يحظر التجارب النووية وبكل سهولة يسمح بتطوير مشروع أوريون بصفته مشروعاً غير سري وبدعم دولي، وهذا ما كنا نفضّله. لكن ذلك كان آنذاك عملاً سخيفاً من الناحية السياسية». وعلىٰ النقيض من هذا الموقف، لم يتفق تيد بالرأي مع أحد بأن المركبات الفضائيَّة التي تعمل بدفع من القنابل قد باتت خارج اللعبة. وكان يقول: «إِن المعاهدة شبكة علق بها مشروع أوريون بصورة ظرفية، لكنها لا تشكِّل بالضرورة عائقاً دائماً أمام تطوره». مشيراً إِلىٰ أن المعاهدة إِذا نجح تنفيذها فسوف تقود إِلىٰ مناخ من التعاون الدولي يفسح المجال لمشاريع فضائيَّة مشتركة، وإِن أخفقت فسوف يعود سباق التسلّح إِلىٰ الوجود وسوف يتزايد الشعور بالانتقام وعندئذ يتحتم متابعة مشروع أوريون من جانب الولايات المتحدة وحدها. حيث أكّد ذلك خطياً حين قال: «سوف يتدهور الوضع الدولي إِلىٰ درجة تتسم بالإِلحاح وتصبح مسألة تطوير مشروع أوريون أمراً ضرورياً».



الأخطار المحتملة عند الإطلاق، وقد صنّفت في ثلاثة أصناف أدناها الصنف الثالث (حيث تخفق شحنة واحدة في الانفجار وتدخل الغلاف الجوّي وتسقط إلىٰ الأرض كما هي)، وأعلاها الصنف الأول (حيث تسقط المركبة بكاملها وكل ما تحمله من نحو ألف وحدة نبضة في نار منصة الإطلاق وحيث تتفجر نحو 20000 كغ من مادة عالية التفجّر وتتناثر كمية معينة من البلوتونيوم).

وحقيقة الأمر أن موقف عامة الناس العدائي لما يتساقط من غبار ذرِّي هو الذي أدَّى إلىٰ توقف مشروع أوريون، وليس الصيغة المعينة التي تضمنتها المعاهدة. والمشاريع الكبرى بكافة أشكالها تؤدي إلىٰ وفاة بعض الأشخاص، لكن هناك وفيات مقبولة ووفيات غير مقبولة. وقد يموت بعض الأفراد مصادفة في مشروع بناء ضخم أَو في مشروع فضائي تقليدي ولكن عندما يموتون يكون جلياً أمام عامة الناس مَن الذي دفع الثمن. غير أن الغبار الذري ينتشر بين السبب والنتيجة ولا يعرف المتسبِّب فيها. وحتى لو كان معدل الوفيات أقل من وفاة واحدة في المهمة الواحدة، فسوف تجد الآلاف من الناس الذين يرون في هذه الزيادة الطفيفة التي دخلت الإِحصاءات ثمناً عالياً جداً. والضجيج الصادر علىٰ خلفية إِحصائية يميل إلىٰ المبالغة بدلاً من إِخفاء هكذا نتيجة تصدر عن

مشروع مثل أوريون، ذلك أن ثمة ميل لدى الغالبية نحو افتراض السبب حيثما كان هناك نتيجة حتى لو كانت بعيدة الاحتمال. ولا يوجد خلاف حول ما إذا كان الخوف قابلاً للحساب بالكم أم لا. ذات مرة وأثناء إحدى الفترات التي تم فيها تأمين التمويل اللازم وبدا المشروع وكأنَّه ماضٍ نحو التنفيذ، اشتكى تيد قائلاً: «عطلت لجنة الارتباط العسكرية صدور نشرتنا الصحفية. وعلىٰ وجه التحديد اعترض الجنرال لوبر Loper علىٰ ما جاء فيها بخصوص تقديم وصف لشئ يؤدي إِلىٰ انتشار الغبار الذرِّي». ومشكلة الغبار الذرِّي تعني أن المشروع لن يحظى بدعم سياسي.

وكان النزع الأخير والأكبر في عملية احتضار مشروع أوريون دراسة صدرت في عام 1963 ـ 1964 حول التصاميم والمهمات والتكاليف أجرتها شركة جنرال أتوميك لصالح ناسا، وقد أدخلت فيها الكثير من دراسات أُجريت سابقاً حول المركبات التي تزن 4000 طن، ومنها نزولاً إِلىٰ تصاميم المركبات الأصغر ذات الدفع الكيماوي. وقد تضمنت هذه الدراسة المؤلَّفة من 725 صفحة وضعت في أربعة مجلدات صفحتين فقط تحدّثتا عن الغبار الذري، في حين خُصِّصت تسع صفحات للحديث عن الضجيج الذي يُسمع في المقصورات المخصّصة لطاقم المركبة.

وقد اعترف واضعو التقرير أن «غباراً ذرياً عالي النشاط الإِشعاعي سوف يتشكّل نتيجة احتباس نواتج الانشطار المنبعثة عن التصاميم الحالية لوحدة النبضة في الغلاف الجوّي. ومن هنا نستنتج أن الإِقلاع في المدار يعد إِجراءاً مضاداً فاعلاً أمام الغبار الذرِّي في معظم الرحلات. ولكن ينبغي إِجراء تحليل أكثر تفصيلاً لكل رحلة بغية تحديد الرقم الكمي للعقوبة المترتبة». وتوجد تقديرات تقريبية لنواتج الانشطار الصادرة عن رحلة عادية بين الأَرض والمريخ تشير إِلىٰ «تولّد وحدات النبضة في مركبة ارتفاعها 10 م مردوداً يقارب كيلو طن واحد عند كل نبضة. وقد ينتج عن مناورات مغادرة الأَرض في رحلة نموذجية

إلىٰ المريخ (ما بين بضع مئات إلىٰ ما يزيد عن 1000 نبضة) مردود إجمالي يقدّر بنحو 0,5 إلىٰ 1,2 ميغاطن، تصدر كمية من نواتج الانشطار يتوجب أخذها بعين الاعتبار». ومن خلال تحديد محركات أوريون ضمن حدود إقلاع في المدار والتوصية بأن «يقتصر تشغيل النبضة النووية إلىٰ مستوى منخفض وضمن مجال خط العرض المغناطيسي 40 درجة شمالاً أَو جنوباً، فإن احتباس نواتج الانشطار ضمن المجال المغناطيسي للأَرض والذي لا يتقاطع مع غلافها الجوي يمكن تخفيضه إلىٰ قيمة يمكن إهمالها»، كما زعموا.

لكن فريمان لا يتفق معهم في هذا الرأي، إذ يقول: «من المستحيل تفادي تساقط الغبار الذرِّي. وكنت أحس علىٰ الدوام بشيء من الخداع المتعمد حين يدعي بعضهم بأن الدفع الكيماوي طريقة نظيفة لإطلاق المركبة. وليس لطريقة الدفع هذه من فوائد سوى فائدة واحدة هي تفادي المشاكل الآنية المتمثلة بشكوى الجوار من الضجيج». وهو ينتقد التقرير النهائي الذي وضعته جنرال أتوميك بالتعاون مع ناسا ويصفه بأَنَّه مليء «بالأعذار والمراوغة والكلام المنمّق ـ وهو وثيقة تبرّر عدم الثقة التي يشعر بها المواطن العادي إزاء المشاريع النووية مهما كان نوعها. والتقرير لا يأتي إطلاقاً علىٰ ذكر السؤال الذي يجب أن يواجهه أي تقييم صادق، ألا وهو كم سيكون عدد الوفيات جراء الإصابة بالسرطان بسبب الغبار الذرِّي؟ عندما كنت أعمل في المشروع قضيت قسماً كبيراً من وقتي أحسب عدد الوفيات. فهذا كان بالنسبة لي السؤال الأهم الذي تتوجب الإجابة عنه، وقد حاولت جاهداً أن أجد الجواب الصادق النزيه. حتى أن هذه الوثيقة لم تأتِ علىٰ ذكر شيء من أعمالي. وللأسف لا أعلم ما إذا كان أي من التقارير الرسمية يتضمن شيئاً من التقديرات التي وضعتها حول أعداد الوفيات. وأكبر ظني أن مديري المشروع حرصوا علىٰ عدم ذكر مثل هذه الأرقام في الوثائق التي يمكن أن يطلع عليها النقّاد الخارجيون. وللسبب نفسه لم يذكر شيء عن المناقشات التي دارت حول معدلات بقاء الطواقم علىٰ قيد

الحياة في أي من الوثائق التي كتبناها خلال الحرب العالَمية الثانية في آمرية الطائرات القاذفة التابعة لسلاح الجو الملكي».

وواقع الأمر أن آمال فريمان بخصوص مشروع أوريون كانت تستند إِلىٰ حقيقة تقول «يبدو أَنَّه لا يوجد قانون في الطبيعة يمنع صنع قنابل خالية من الانشطار». في عام 1964 وبعد أن نشرت الدراسة التي قامت بها جنرال أتوميك بالتعاون مع ناسا، كان واضعو هذه الدراسة لا يزالون متمسكين باعتقادهم بأن «إدخال تحسينات في تصميم صنع القنابل قد تحقِّق تخفيضاً بعامل قدره 10^2 إِلىٰ 10^3 (وذلك من خلال تخفيض جزء من المردود الإِجمالي الناتج عن الانشطار). لكن اعتقادهم هذا سرعان ما تبخّر وبات الآن بعيداً جداً عن التحقّق مثلما تستحيل عودة أسعار البنزين إِلىٰ ما كانت عليه في مدينة لاجولا عام 1959.

بيد أن تيد كان استثنائياً، إِذ ظل علىٰ قناعته بأن من الممكن استخدام قنابل صغيرة ونظيفة في دفع مركبة أوريون، لكنه كان يخشى، وأكثر من السابق، بأن مثل هذه القنابل سوف تُستعمل سلاحاً حربياً لأن مقاومة هذا الإِغراء صعبة جداً، إِلاَّ إِذا تخلينا عن عادة افتعال الحروب. وهو يقول في هذا الصدد: «توجد طُرق مختلفة كثيرة للوصول إِلىٰ نتيجة نهائية نحصل فيها علىٰ قنابل نظيفة، ونظيفة جداً، وليس مجرد الانشطار. وكلما كانت القنبلة أكثر نظافة يكون الأمر خيراً وأفضل كثيراً وذلك إِلىٰ أن نصل إِلىٰ مرحلة حيث لا أهمية له بعد ذلك. ويستطيع المرء أن يجادل طيلة يوم كامل حول الحد المطلوب ودون إِلقاء الضوء عليه حتى يصل المرء إِلىٰ نقطة التحدّث عن تصاميم محدّدة. وعندئذ يصبح الأمر في غاية الأهمية. هل تستطيع أن تصنع تفجيراً قوته كيلوطن واحد يكون فيه مردود الانشطار صفراً، وهذا ما نعدّه خبراً سيئاً علىٰ جبهة الانتشار النووي إِلاَّ أَنَّه يجعل مركبة أوريون نظيفة؟ وما هي القنبلة النظيفة التي تستطيع صنعها؟ والجواب عن هذه التساؤلات يكمن في

صنع قنبلة نظيفة تخلو تماماً من النشاط الإِشعاعي. فهل سوف يبدل هذا كل شئ؟ لست أدري».

بيد أن فريمان يعتقد أن تيد علىٰ خطأ. . . . وتيد يأمل أن يكون فريمان علىٰ صواب.

22

معمل مدينة هنتسفيل

بتاريخ 19 حزيران/ يونيو عام 1959 تحدَّث دون مكسون مع تيد تايلور محذِّراً حين قال: «لقد بدأ مشروع أوريون يثير الاهتمام علىٰ مختلف الصُّعد الحكومية ولك أن تتوقع مجيء عدد كبير من الزوّار. وليس في نية مركز الأَسلحة الخاصة التابع للقوات الجوية أن تثني هؤلاء الزوّار عن اهتمامهم. لكنني أعتقد جازماً أن مثل هذه الزيارات سوف تفسد خطط عملك، إلاَّ إذا مارست بعض السيطرة عليها». والجدير بالذكر أَنَّه يتعين علىٰ الراغبين بالمجيء إلىٰ جنرال أتوميك والالتقاء مع تيد أن يحصلوا علىٰ الموافقة اللازمة من البوكرك أولاً. لكن مكسون نبّه تيد إلىٰ استثناء وحيد من هذه الموافقة ألا وهو «زيارة يحتمل أن يقوم بها الدكتور فون براون».

يعد فيرنر ماغنوس ماكسميليان فون براون، الألماني المولد، رائداً في مجال تصميم وصنع الصواريخ. وقد انضم عام 1930 وهو في الثامنة عشرة من عمره إلىٰ جمعية أسفار الفضاء (Society for spaceship Travel) التي كانت آنذاك في السنة الثالثة من نشاطها. تأسَّست الجمعية في الخامس من تموز/ يوليو عام 1927 حين اجتمع نفر من الهواة في حانة تُدعى «الصولجان الذهبي Golden Scepter» في مدينة بريسلو البولونية (التي تحمل الآن اسم Wroclaw)، وكان شعارهم «من المشاريع الصغرى يمكن تطوير مركبات فضائيَّة كبرى وهذه

بدورها يمكن أن تتطور أكثر بمشيئة وابتكار طياريها وبالتالي ترسل إِلىٰ النجوم». وقد أقدمت هذه الجماعة الصغيرة من الهواة ومعهم فون براون علىٰ إِجراء تجربة ستاتيكية لأول محرك صاروخي يعمل بالوقود السائل. عمل المحرك مدة 90 ثانية واستهلك 6 كغ من الأكسجين السائل وكيلوغرام واحد من البنزين وأصدر قوة دفع تساوي 7 كغ.

انتهى عهد هواية فون براون في خريف عام 1932 عندما أظهر الجيش الألماني اهتماماً كبيراً بأعماله. فانضم إِلىٰ الجيش وقاد فريقاً برعاية عسكرية لتطوير الصواريخ طراز V-2 التي أُنتج منها نحو 5000. يستخدم في الطراز V-2 وقود من الأكسجين السائل والكحول، ويبلغ طول الصاروخ 46 قدماً ويزن 27000 رطل ويعطي قوة اندفاع تعادل 56000 رطل. أطلق منها إِبان الحرب العالَمية الثانية 4000 صاروخ تحمل رؤوساً حربية يزن واحدها طناً واحداً، لكنها لا تُحدث الدمار المكافئ لكلفتها ذلك أَنَّها تقتصر علىٰ المتفجرات العالية التقليدية والتوجيه بالعطالة. قبيل انتهاء الحرب ٱنتقل فون براون من مقره في مدينة بينموندة علىٰ ساحل بحر البلطيق إِلىٰ مقر آخر اختاره في جبال بافاريا حيث تكتّم علىٰ أهم الوثائق وشتّت أفراد مجموعة البحث التي كانت ترافقه. ثم استسلم للقوات الأَمريكية وقدَّم لها العون في استرجاع ما يقرب من أربعة عشر طناً من الأوراق الفنية وزهاء 100 صاروخ مفكَّكة ورافقه إِلىٰ الولايات المتحدة 125 من زملائه. أودعت الصواريخ في قاعدة White Sands Proving Grounds بولاية نيو مكسيكو، وهي قاعدة تابعة للجيش الأَمريكي، في حين ذهب العلماء إِلىٰ Fort Bliss القريبة من El Paso بولاية تكساس حيث قدَّم لهم الجيش ممثلاً بسلاح المدفعية كافة المواد اللازمة ليتابعوا عملهم في تصميم الصواريخ من حيث توقفوا في ألمانيا. أما الصواريخ طراز V-2 التي جاؤوا بها من ألمانيا فقد أُطلقت فيما بين عامي 1946 و1951 بعد أن استُبدلت رؤوسها الحربية بسلسلة متتابعة من رزم آلات ومسبار فضائي من المرحلة الثانية، وهذا ما أعطى دفعاً لبرنامج الفضاء الأَمريكي قبل إِطلاق القمر السوفياتي سبوتنيك.

وفي شهر حزيران/ يونيو عام 1950 وبعد أن تسلّم فون براون إِدارتها انتقلت آمرية صواريخ المدفعية التابعة للجيش الأَمريكي من ولاية تكساس وٱتخذت مقراً لها في معامل الذخيرة الشاغرة في Redstone Arsenal الواقعة في الجنوب الغربي من مدينة هنتسفيل Huntsville بولاية ألاباما، وقد وقع الاختيار علىٰ هذا الموقع لقربه من ميدان رمي الصواريخ القريب من كيب كانافيرال Cape Canaveral في فلوريدا، حيث يمكن إِطلاق الجيل الثاني من الصواريخ. وقد طوَّرت هذه الجماعة العاملة بإِشراف فون براون أجيالاً متعاقبة من الطراز V-2، ابتداء من طراز الصاروخ التكتيكي ردستون Redstone ذي المدى المتوسط وانتهاء بطراز أبوللو Apollo الحامل للمركبة Saturn 5 الذي يستهلك 28000 رطل من الأكسجين السائل والكيروسين بالثانية في مرحلته الأولى عندما يشتعل لمدة دقيقتين ونصف، وينتج قوة دفع تُقدَّر بـ7,5 مليون رطل.

وبعد أن فُصل سلاح الطيران عن الجيش العام 1947 أصر الجيش علىٰ إِبقاء أمر الصواريخ تحت سيطرته مبرراً ذلك بأن الصواريخ تُعد شكلاً من أشكال المدفعية، وهي حجّة ناضل في سبيلها. لكن المشكلة الماثلة أمام فون براون وزملائه في هنتسفيل الذين أرادوا تطوير صواريخ أكبر وأكبر تمثَّلت في كون تيد تايلور وزملائه في لوس ألاموس يصنعون قنابل أصغر وأصغر. وكان العسكريون في تلك الآونة يريدون صواريخ أصغر ـ وهذا أمر لا يثير اهتمام فون براون. وعلىٰ هذه الخلفية سوف يتم تعديل الطرازين أطلس Atlas وتايتان Titan اللذين أصبحا قادرين علىٰ حمل رؤوس حربية قوية جداً حتى ليكاد المرء لا يدري ماذا يفعل بها، بحيث تحمل الكبسولة الفضائيَّة ميركوري Mercury والكبسولة جيميني Gemini إِلىٰ مداراتها السلمية حول الأَرض. هذا وقد وضع البرنامج الأصلي لحمل المركبة ساترن Saturn الذي ٱقترحته وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة في أواخر صيف عام 1958 تحت إِشراف وإِدارة ناسا بعام 1959 وذلك بناء لتعليمات وزارة الدفاع. وبتاريخ الأول من تموز/ يوليو عام

1960 نقل أيضا إِلىٰ إدارة وإشراف ناسا كامل عمليات فون براون التي كانت تجري في هنتسفيل والتي حملت اسم «وكالة الصواريخ التابعة للجيش» منذ عام 1956 وأصبحت تحمل اسم مركز جورج مارشال للتحليق الفضائي أو George C. Marshall Space Flight Center MSFC وكان برنامج القمر البرنامج التالي في خطة عمل هذا المركز.

غير أن فون براون لم يستطع القدوم إِلىٰ لاجولا، لذا ذهب تيد إِلىٰ هنتسفيل بتاريخ 12 أيلول/ سبتمبر عام 1960. وعن مشاعره حول هذه الزيارة كتب إِلىٰ ستان أولام قبل رحلته تلك قائلاً: «يحدوني فضول لأن أرى كيف ستكون ردود أفعال المتخصّصين التقليديين بالصواريخ». لكن فون براون لم يبدِ أي اهتمام ـ في البداية. ويروي تيد ذكرياته: «عندما أخذت أتحدث عن درجات الحرارة التي نضطر للتعامل معها والسبب الذي يدعونا لاعتماد قيمة صغرى لتآكل الصفيحة، أستغرق في النوم، وأعني ما أقول حرفياً. ثم أدرت آلة العرض السينمائي وعرضت الفلم الذي صورناه لتجربة تحليق نموذج Putt-Putt فاستيقظ ومنذ ذلك الحين صار مؤيداً قوياً لنا». لا بد أن منظر نموذج أوريون وقوة دفعه بالمتفجرات وهو ينطلق من قاعدته في بوينت لوما قد أعاد إِلىٰ ذهنه ذكريات الأيام التي قضاها في VFR's Raketen flu platz عام 1932. فالصواريخ القليلة الأولى من ذلك الحين قد تفجرت بالمصادفة، أما نموذج أوريون فقد أعطى سلسلة من تفجيرات أُتقن تصميمها. لقد كان العاملون في مشروع أوريون هواة لكن لديهم فكرة يمكن أن ينجح تنفيذها، وليست بفكرة أكثر جنوناً من مزج الأكسجين السائل مع البنزين كما حدث في عام 1931.

والتقى تيد مع فون براون ثانية في شهر تشرين الثاني/ نوفمبر عام 1960 وذلك أثناء الاجتماعات التي عقدتها بواشطن لجنة غاردنر للدراسات الفضائيَّة، وقد «بدا أقل حدة مما كان في هنتسفيل في شهر أيلول/ سبتمبر» كما يقول تيد، «حيث أن اللجنة قد سبَّبت له إِحراجاً كثيراً. وانتابني شعور بأن بيروقراطية

حكومتنا قد حطَّمت معنويات الرجل». في غضون ذلك كانت التراتبية التنظيمية لناسا تزداد حجماً مثلما كانت صواريخ فون براون الكيماوية تزداد حجماً. والبيروقراطيات من مستوى N مثل الصواريخ ذات المرحلة N تزداد معاناتها زيادة أُسيّة عندما ترتفع قيمة N. كما كانت المركبة الفضائيَّة ساترن 5 Saturn التي قُدِّر وزنها عند الإنطلاق بستة ملايين رطل تكاد لا تتسع لحمل ثلاثة رواد فضاء إلىٰ القمر والعودة بهم إلىٰ الأَرض وتوجد طريقتان لجعلها تذهب إلىٰ أبعد من تلك المسافة: أضف مرحلة أُخرىٰ أكبر كثيراً عند القاعدة، أَو ضع شيئاً مختلفاً عند القمة.

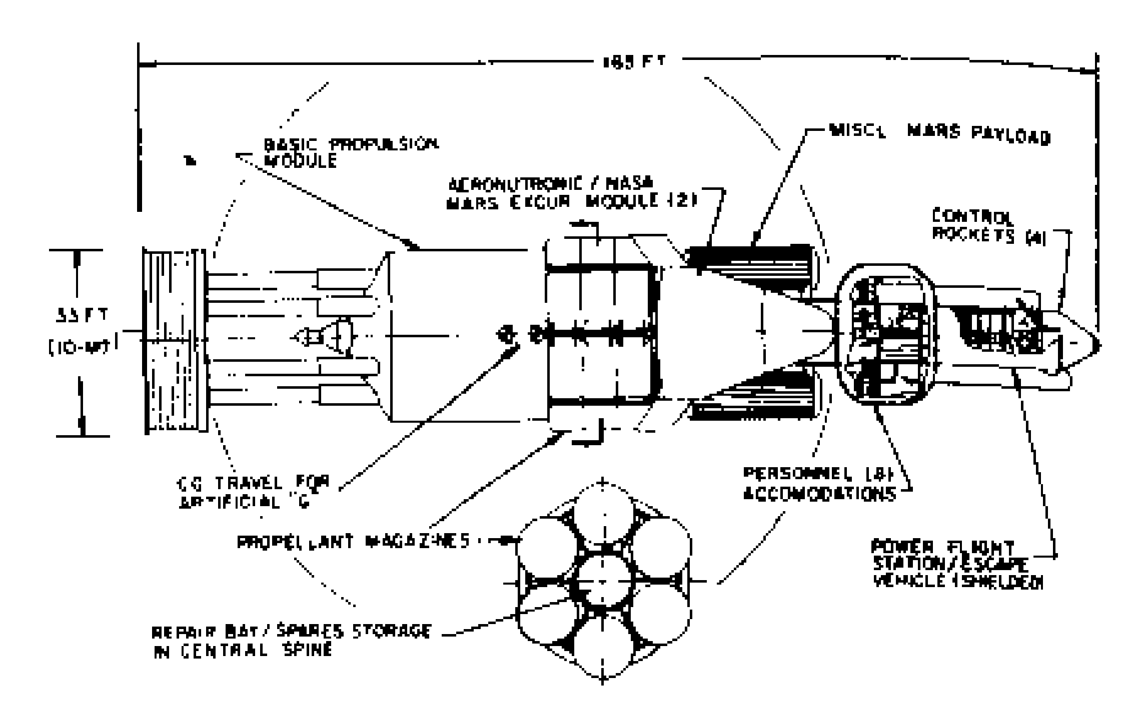
قدَّم مشروع أوريون إلىٰ فون براون وسيلة لتوسيع حدود الصواريخ الكيماوية. وفي الوقت ذاته قدمت صواريخ فون براون إلىٰ مشروع أوريون وسيلة للتغلّب علىٰ المصاعب السياسيَّة والفنِّيَّة التي رافقت عملية إطلاق المركبة من الأَرض مباشرة. وهنا نجد تيد يرجع الفضل إلىٰ فريدريك روس Frederick Ross لاقتراحه الخاص باستخدام الصاروخ لرفع المركبة إلىٰ الأعلىٰ عند الإطلاق. فقد ذكر في ملاحظة سجلها بتاريخ 14 تشرين الأول/ أكتوبر 1960: «أثارت اهتمامي كثيراً آراء روس فأخذت أنظر ماذا نستطيع أن نفعل باستخدام صاروخ دفع ساترن الذي يمكننا من صنع نموذج مصغَّر حتى وزن إجمالي قدره 125 طن! فهذا يعني شحنات متفجرة تزن 50 طناً في مدار 300 ميل، و30 طناً علىٰ سطح القمر و20 طناً أَو يزيد في رحلة العودة إلىٰ مدار منخفض حول الأَرض. وقضيت معظم المساء أجري تقديرات لكمية الحرارة الناجمة عن أشعة إكس والنيوتروات في مركبة تزن 125 طن وأوزان الدروع الواقية اللازمة لطاقم مؤلَّف من ثمانية أفراد. وٱزداد حماسي وأنا أتخيل الجدول التالي: نموذج يزن اثنين من الأطنان يحلِّق بواسطة مواد عالية التفجير في عام 1962؛ ونموذج يزن 20 طناً للاختبار فوق الغلاف الجوّي في أواخر عام 1964؛ ورحلة إلىٰ القمر والعودة منه وعلىٰ متن المركبة ثمانية رجال وبحيث يكون وزن المركبة 125 طناً في أواخر عام 1966».

يستطيع صاروخ ساترن خمسة أن يرفع 100 طن إلىٰ مدار منخفض حول الأَرض أَو نحو 400 طن إلىٰ حافة الغلاف الجوّي علىٰ ارتفاع 300000 قدم. ثم جاء الصاروخ الدفعي نوفا Nova مرحلة أولى ذو المحركات الثمانية فكان خطوة إلىٰ الأمام أكثر تطوراً من ساترن خمسة ويستطيع الارتقاء بمركبات أوريون التي تزن حتى 2000 طن، وباستخدام «سوبر نوفا» Super Nova أَو نوفا اثنان Nova II من أجل مركبة تزن 4000 طن. ومن هنا كانت توقعات قيادة القوى الجوية بأن مركبة من طراز أوريون تزن 4000 طن محمولة علىٰ صاروخ كيماوي يزن 3765 طن تستطيع حمل 1480 طن وتهبط برفق علىٰ سطح القمر ـ وذلك مقابل التوقعات التي قيلت حول صاروخ نوفا اثنان Nova II الكيماوي عموماً والذي يزن 8000 طن.

وقد عبَّر تيد عن أمله «بأن هذه الطريقة في التعامل مع مشروع أوريون قد تجعلنا نكسب تأييد الجماعات الداعية إلىٰ استخدام الصاروخ الكيميائي الضخم وسوف يولِّد حماساً للمشروع علىٰ كافة الأصعدة تقريباً». لكن كسب تأييد فون براون واختصاصيي الصواريخ الكيماوية ليس كافياً، ذلك أن مشروع أوريون بحاجة أيضاً إلىٰ موافقة الجماعة المناصرة للدفع النووي داخل وكالة ناسا المتحالفة مع هيئة الطاقة الذرِّيَّة في دعمها لمشروع روفر Rover، الذي بدأ العمل به عام 1955 في محاولة لتطوير صواريخ بالستية عابرة للقارات تعمل نووياً وقادرة علىٰ حمل الجيل الأول من الرؤوس الحربية ذات الانفجار النووي الحراري. وقد أنقض هذا المشروع علىٰ مشروع أوريون علىٰ ثلاث جبهات: فهو مشروع قائم فعلاً ويحظى بتأييد هيئة الطاقة الذرِّيَّة؛ وحيث أَنَّه فقد المسوِّغ العسكري فقد استطاع أن يستثمر رعاية وكالة ناسا ليبقى علىٰ قيد الحياة؛ وثالثاً لأن التكنولوجيا المستخدمة فيه ليس لها علاقة بالقنابل فهي مألوفة لدى اختصاصيي الصواريخ ولم تكن ذات طابع سري. أما مبدأ التشغيل المتمثِّل بتمرير الوقود الدفعي المكوَّن من الهيدروجين السائل في نواة تشبه نواة المفاعل

النووي الصاهرة فهو مبدأ يسهل فهمه حتى لو كان عسيراً حل بعض المسائل المتعلقة بالوقاية من الإشعاع ودرجات الحرارة المرتفعة جداً.

كان من خصوم مشروع أوريون داخل وكالة الفضاء ناسا رجل يدعى هارولد فنغر Harold Finger الذي أصبح مديراً للمنظومات النووية عام 1958 ثم مديراً للمكتب المشترك بين ناسا وهيئة الطاقة الذرّيّة المسؤول على الدفع النووي الفضائي عام 1960. وكان يعتقد بأن مشروع روفر، وليس مشروع أوريون، يجب أن يكون الخطوة الأولى في مرحلة ما بعد أبوللو في برنامج الرحلات إلى المريخ وإقامة قواعد دائمة على سطح القمر. فهو يقول، طبقاً لما رواه تيد «يجب علينا أن نتقن المشي قبل أن نركض». انضم فنغر إلى اللجنة الوطنية الاستشارية حول علوم الطيران عام 1944 وهو في العشرين من عمره وساهم في تحوّل هذه اللجنة لتصبح فيما بعد وتحديداً بعام 1958 وكالة الفضاء الأمريكية التي عُرفت باسم ناسا NASA. كان من أولى المهام التي عمل بها في مخبر البحوث الخاصة بمحركات الطائرات في كليفلاند بولاية أوهايو اختبار الشاحنات التوربينية في الطائرات الألمانية واليابانية التي استولى الأمريكيون عليها، وكان لهذه المهمة شأن في عمله الذي أدى إلى تطوير مبدأ المحرك النفّاث وغيره من مبادئ الدفع المتطور بما في ذلك احتمالات الدفع النووي في الفضاء. في شهر أيار/ مايو عام 1961، وقبل أسبوعين من الخطاب الذي ألقاه كينيدي بخصوص الهبوط على سطح القمر، ألقى فينغر خطاباً حث فيه الولايات المتحدة على أن تضع المريخ هدفاً مباشراً لها لما يتضمنه ذلك من تسريع لعملية تطوير الدفع النووي وبذلك تكون الرحلة إلى القمر جزءاً من هذه الرحلة. ثم عيّن في عام 1959 مندوباً لوكالة ناسا في المجلس الاستشاري لمشروع أوريون لدى وكالة مشاريع البحوث المتطورة، وشارك في وضع مسودة البيان الذي رفض عرض وكالة المشاريع هذه لانتقال أوريون إلى وكالة ناسا، فانتقل المشروع على أثره إلى القوى الجوية عوضاً عن ذلك.



مركبة استكشاف المريخ صممتها شركة جنرال أتوميك لصالح وكالة ناسا في عام 1963 – 1964، المركبة الخالية من الدفع والتي تزن 100 طن سوف يحملها إلى المدار صاروخ ساترن خمسة. الوزن عند مغادرة المدار الأرضي 600 طن والمتفجرات عند الوصول إلى الهدف 90 طن. سوف تحمل هذه المركبة ثمانية أفراد ووحدات نبضة بمردود 2782 كيلو طن في رحلة تستغرق 490 يوماً.

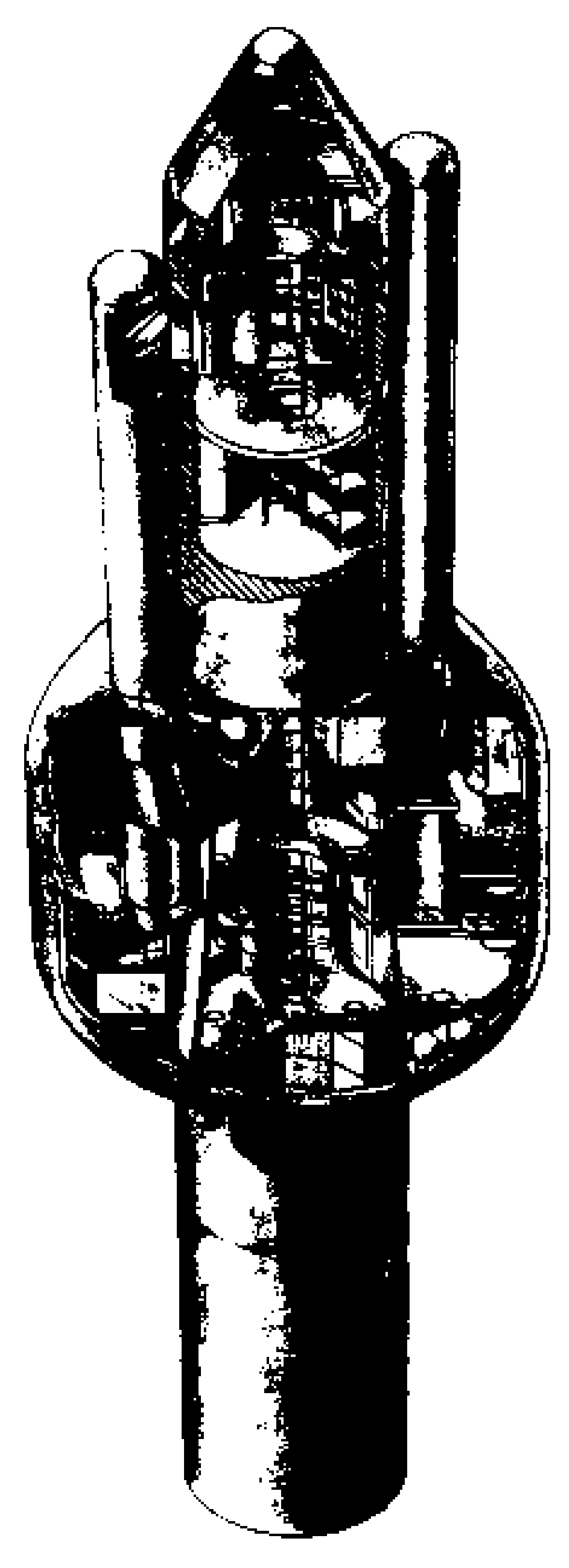
يروي لنا فينغر بعض ذكرياته فيقول: «ذهبنا إلى شركة جنرال أتوميك واستمعنا إلى إيجازات موسّعة من تيد وغيره. وأقولها صراحة، كان موقفي يتمثّل بـ«ابـ لسعادتي، إنّه حقاً مبدأ يثير الاهتمام ولكن ماذا ستفعلون لتطوير هذه الفكرة؟» لقد كان ذلك همّي الأول. أنظر، نحن معتادون على تطوير كل شيء على الأرض ولكن كيف نختبره؟ وقلت لهم لا أشك في أنكم تعرفون كيف تصنعون القنابل المتفجرة، لكنني أشك في قدرة الصفيحة الدافعة على مقاومة التآكل، إذ يجب أن تتحمّل آلاف الارتطامات. ثم لديكم مسألة منظومة ماصات الصدمة. يتعين عليكم أن تختبروها، وتختبروها مراراً وتكراراً. ماذا علينا أن نعمل لتطوير هذا المبدأ ليصبح في مرحلة نستطيع معها أن نضعه على الصاروخ ساترن خمسة – في ذلك الحين لم يكن لدينا ساترن خمسة – ونحصل على عملية موثوقة؟ ذلك كان همي الأول والرئيسي ولا يزال حتى هذا اليوم».

بعد أن رفضت ناسا تولي إدارة مشروع أوريون، ظل المشروع يطفو على السطح مرة كل سنة أو كل سنتين ويعرض للمناقشة. وبتاريخ الخامس والعشرين والسادس والعشرين والسابع والعشرين من شهر أيلول/ سبتمبر عام 1961 عقدت سلسلة من الاجتماعات الموسعة مع مسؤولي وكالة ناسا في جنرال أتوميك، ترأسها هارولد فينغر الذي تبنّى موقفاً يدعو لأن تتابع القوى الجوية هذا المشروع وبأن تبتعد ناسا عنه. وكما تقول مصادر القوى الجوية فإن مندوبي ناسا قد «وافقوا على أن أفضل التقديرات تفاؤلاً تتمثل بخمس عشرة سنة وعشرة مليارات دولار» لكنهم لم يظهروا أي استعداد لدعم المشروع على أساس وسط بأرقام متواضعة. وقد لخصت ناسا موقفها في أواخر عام 1961 بالقول: «ثمة توصية تقضي بألا نتولى إدارة المشروع. كما أن جدوى أجهزة كهذه تستخدم في المركبات تُعد هامشية جداً ويحتمل ألاّ تكون ناجحة. إضافة لذلك فالمشروع باهظ الثمن ومتابعته تتطلب نفقات تعادل مليونين إلى ثلاثة ملايين دولار في العام». وقد عارض هذه الفكرة بكل قوة دون بريكيت الذي مثل القوى الجوية في هذه المباحثات، إذ يقول: «يوجد دوماً فلسفتان تعرض لهما أثناء مرحلة البحوث، تقول إحداهما إذا كان في الفكرة إمكانيات جيدة تتيح التقدم إلى الأمام فهي جديرة بجهد كبير يهدف إلى حل المشاكل حتى لو تضمن هذا الجهد شيئاً من الأخطار العالية. وأما الفلسفة الثانية فتعطي الموافقة فقط في حال انعدام وجود مشاكل تتطلب الحل، وإنما يشتمل على تحسينات في تكنولوجيا قائمة. والذي نحتاجه هو وجود عدد أكبر من أشخاص يعملون على تقديم أفكار مبتكرة لحصل بعض المشاكل بدلاً من النظر إلى تلك المشاكل والقول إنها عسيرة الحل».

وقد تبين أن التقديرات التي وضعتها جنرال أتوميك للكلفة والبرنامج الزمني للتطوير شديدة التفاؤل بالمقارنة مع المعايير الموضوعة في العلوم الجوفضائية. فقد تحدث هارولد فينغر في ندوة عُقدت في شهر حزيران/ يونيو

عام 1963 قدم فيها وصفاً لمركبة أوريون وقال: «لقد استخدمت لفظة «سفينة» بدلاً من كلمة «مركبة» لأن أنصار هذه المنظومة يتحدثون بعبارات تحكي عن بناء السفن الضخمة وأساليب التجميع». وكان أشد ما يقلقه أن مركبة أوريون لا يمكن تجربتها واختبارها على الأرض، وفق إمكانيات الاختبار الستاتيكي الذي يتبعه فون براون في هنتسفيل أو بطريقة اختبار المحرك في مشروع روفر Rover الذي يجري في موقع جاك آس فلاتس. ويضيف قائلاً: «كانوا دائماً يقترحون بأن هذه المنظومة سوف يتم تطويرها أثناء التحليق. وإني أعتقد هذا هراء. لا أعرف أن ثمة منظومة قد تم تطويرها أثناء التحليق». وأشار إلى أنّه لا يزال يتعين على ناسا أن تحدّد المهمّة التي ترتأيها لمركبة أوريون فيما وراء استكشاف المريخ، حيث قال «يجب أن تصنع المركبة وتجرّب قبل معرفة إمكانية تكامل عناصر المنظومة. وبعدئذ وإذا نجحنا وجعلناها تعمل علينا أن نعرف لماذا سوف نستخدمها؟».

وواقع الأمر أن عالِم الفيزياء النووية جيمس نانس James C. Nance هو الذي نجح في الحصول على دعم ناسا للمشروع. وُلد جيمس نانس في ولاية آركنسو عام 1927 والتحق بشركة جنرال أتوميك عام 1960 بعد أن عمل لمدة سبع سنوات بصفة مهندس المشروع التابع لبرنامج الدفع النووي للطائرات في مصانع كونفير Convair في فورت ورث Fort Worth حيث كان أول إنسان يشغّل مفاعلاً نووياً في الجو حين كان أحد أفراد طاقم التحليق التجريبي لبرنامج مفاعل اختبار الدرع الواقي في الطائرات. ثم غدا مدير مشروع أوريون في خريف عام 1963 بعد ثلاث سنوات من عمله مساعداً لتيد تايلور، وبقي في هذا المنصب حتى نهاية المشروع. فهو يقول: «كان بيني وبين تيد اتفاق غير رسمي يقوم هو بحشد تأييد وزارة الدفاع والقيادة الجوية، وأقوم أنا بحشد تأييد وكالة ناسا وبصورة خاصة فون براون ومركز مارشال للتحليق الفضائي MSFC». وكان نانس قد ضمن لنفسه عقداً يخوله إجراء دراسة أبرمه مع مكتب المشاريع المستقبلية التابع لمركز مارشال للتحليق الفضائي في هنتسفيل يكفي تشغيل ستة



القسم الخاص بالطاقم في مركبة استكشاف المريخ قطرها 10 م. يظهر في الأعلى محطة الملاحة ومركز التحكم بالدفع المجهز بواقيات من الإشعاع وقبو العاصفة والممرات الجانبية المؤدية إلى باقي أجزاء المركبة. سوف تستخدم التجهيزات الموجودة في القسم الرئيسي لإقامة الطاقم (المقطع الموسع) في ظروف جاذبية صنعية أثناء فترات الإبحار وتبدو مقلوبة رأساً على عقب.

أشخاص من جنرال أتوميك لمدة ستة شهور. وكان هذا العقد المقرّر أن يبدأ العمل به في شهر تموز/ يوليو عام 1963 هاماً جداً في تبيان دعم ناسا لمشروع أوريون، وبذلك يكون قد تحدد ما تحتاجه القوى الجوية لمتابعة رعايتها دون أن يكون ثمة مقتضى عسكري مباشر. غير أن بوادر حظر التجارب كانت تلوح في الأفق، ولا بد من التأكيد على وضعية أوريون كمشروع سلمي إذا أُريد له الحصول على استثناء من الحظر من أجل استخدام القنابل كقوة دفعية فضائية.

وهنا يوضح تيد الدور الذي لعبه نانس فيقول: «كان جيم نانس يتقن فن متابعة الأُمور. وحقيقة الأمر أن الفضل يعود له في إقناع ناسا بتقديم التمويل. لقد كان اهتمام فون براون بالمشروع شيئاً مختلفاً، لكن الحصول على الدعم المالي من رئاسة وكالة ناسا هو المسألة الأُخرى بكليتها». وهكذا عمل نانس على إبقاء المشروع حياً لمدة عامين آخرين، رغم أن المعارضة المتنامية لهذا المشروع قد كان لها شأن في تقليص دوره هذا، كما يقول فريمان، إلى مجرد كونه «الدور الجيد لقبطان سفينة تشرف على الغرق». لقد عمل نانس بكل جد ومثابرة من أجل ولصالح مشروع أوريون، يقدم الحجة تلو الحجة بأن الطاقة النووية أمر أساسي وجوهري للبعثات التي ستنطلق في فترة ما بعد أبوللو، وبأن التفجيرات الخارجية، في جوهرها، أكثر تفوقاً من المفاعل الداخلي كقوة دفع للمركبة، حيث يقول: «هناك تناظر وظيفي يشبه عملية نقر قطعة جمر متوهجة بإصبعك لتبعدها عن السجادة وتعيدها إلى الموقدة (منظومة الدفع النوعي). إن فعل المرء ذلك بمهارة فائقة فلن تصاب أصبعه بالحروق لأن الزمن غير كاف لذلك. ولكن إن رفعت قطعة الجمر هذه بيدك ووضعتها بكل تؤدة في الموقدة، فهذا أمر مختلف (منظومة الحالة الثابتة). ويرجى ملاحظة أن الحمولة نفسها تنفذ وفق زيادات السرعة ذاتها في الحالتين». وعند تطبيق هذا التشبيه نجد أن مشروع روفر يعادل حمل قطعة الجمر باليد والمشي بها عبر الغرفة إلى الموقدة. أما مشروع أوريون فيعادل التشبيه الأول عند نقر قطعة الجمر بعيداً عن السجادة. وأدركت ناسا المغزى من هذا التشبيه. يقول نانس: «تستطيع

المركبات التي تستخدم محركاً من هذا النوع وتعمل من مدار أرضي أن تنقل 45٪ من وزنها الإجمالي متفجرات مفيدة إلى سطح القمر، وما ينوف عن 40٪ إلى سطح المريخ ويمكنها أن تحمل ما يزيد عن 25٪ في رحلة سريعة مأهولة إلى المريخ والعودة».

واقترح ناس وزملاؤه طريقة لدفع المركبة إلى الأعلى ونحو مدارها من خلال ثلاث مراحل منفصلة للإطلاق: أولاً المحرك، ثم قسم المتفجرات وأخيراً مستودعات القنابل. وأما الإطلاقات الأخرى فتكون من أجل حمل الطاقم الذي سيعمل على تجميع أجزاء المركبة وتشغيلها. وكما قال: «المحركات المأهولة العاملة من مدارات توقف يمكن أن تختبر بالطريقة ذاتها التي تختبر بها السفن عابرة المحيطات، أي تحركات قصيرة (انفجار نووي واحد أو أكثر) وحتى المناورات الطويلة المعقدة تستطيع أن "تجرب" المحركات وتشكل تدريباً للطاقم». وتستطيع ناسا أن تتتبع الزيادات ومسار التطوير خطوة بخطوة كما اعتادت عليه، وسيكون لفريق العمل في هنتسفيل العذر في الإبقاء على إطلاق صواريخ الدفع ساترن أو نوفا، وهذا ما يشكل القسم الأعظم من تكاليف البرنامج.

وقد نفذت الدراسة التي أجرتها ناسا، والتي لم تذكر كلمة «قنابل» على ثلاث مراحل. أولاً وضعت حدود تمهيدية لأداء وحجم المركبة، وثانياً أجريت دراسات هندسية أفضت إلى تصميم مبدئي مفصل، وثالثاً، دراسات المهام عرضت للرحلات المحتملة بما في ذلك تقديرات تكاليف التشغيل. وللإشراف على الدراسات الخاصة بالمهام أوكلت ناسا وجنرال أتوميك تلك المهمة إلى واحد من زملاء فيرنر فون براون السابقين منذ كان يعمل في معامل بينيموندة بألمانيا اسم كرافت إهريكه Drafft Ehricke الذي كان يعمل في برنامج أطلس سنتور Atlas-Centaur في شركة كونفير أسترونوتيكس Convair Astronautics. وفي هذا الصدد يقول توماس ماكن Thomas Macken «حقق مشروع أطلس في

ذلك الحين نجاحاً عظيماً لذلك أرادوا أن يأتوا بشخص لديه الخبرة العملية الواقعية». وقد قدم إهريكه دراسة تفصيلية حول إمكانية أوريون لاختراق المجموعة الشمسية حيث كان يؤمن أن عصر استعمار الفضاء بات قريباً جداً. يروي ماكن ذكرياته عن «لقاء معين تحدث فيه إهريكه عن استخراج اليورانيوم من سطح القمر، وعندئذ يمكن للمركبة أن تقلع من هناك وتذهب في رحلة إلى أقاصي الكون».

كانت البداية التي انطلقت منها ناسا التفكير بمركبة تزن 1000 طن تعمل بقوة دفع من قنابل بقوة اثنين كيلو طن. غير أن جنرال أتوميك ابتدأت بسلسلة دراسات تمهيدية تستغرق خمس سنوات حول تصاميم لمركبة تزن 4000 طن قادرة على القيام برحلات عبر الكواكب بالإضافة إلى مركبات اختبار في المدار تتراوح أوزانها بين 20 طناً إلى 200 طن و800 طن. ولحسن الحظ وبفضل وجود مجموعات قوانين حسابية على الكومبيوتر يمكن تعديل هذه التصاميم بحيث تتلاءم مع متطلبات ناسا. وعندما قدمت جنرال أتوميك مختلف البدائل إلى ناسا ميزت الإمكانيات القائمة وصنفتها في ثلاث طرائق تشغيلية (مستثنية منها الطريقة الأصلية للإقلاع المباشر من الأرض).

ففي الطريقة الأولى، «يجري الدفع إلى الأعلى للمركبة مع المحرك وهي تحمل كامل الشحنات المتفجرة بالوزن الإجمالي الأقصى وإلى ما فوق الغلاف الجوي وذلك قبل إقلاع محرك النبضة». وبهذه الحالة يكون محرك أوريون، بعد أن تنضغط ماصات الصدمة إلى أقصى مداها، مرتبطاً بالمركبة بواسطة مسامير تفجير تتيح له أن ينطلق متحرراً من صاروخ الدفع إلى الأعلى بعد انفصاله وقبل قذف أولى القنابل، تبدأ القنابل بالإنطلاق على ارتفاع يتراوح بين 60 و100 كيلومتر، وهذا ما يخفف مطالب الإطلاق من السطح، لكنه في الوقت نفسه يتسبب في معدل عال للنبضة الأولى ولمخاطر كارثية جراء إخفاق واحدة أو اثنتين من الطلقات. ومن جهة أخرى، يخفف الطلب على الصواريخ

ذلك أن صاروخاً كيماوياً بمرحلة واحدة يكفي. فقد أوضح العلماء في جنرال أتوميك إلى نظرائهم في ناسا في شهر حزيران/ يونيو عام 1963 أثناء إيجاز حول هذا المشروع: «تسمى منظومة الصواريخ الكيماوية المستخدمة في رفع مركبة تعمل بقوة النبضة النووية إلى ما فوق الغلاف الجوّي «الصواريخ الرافعة» ويقصد بهذه التسمية تذكير الجميع بالمقتضيات التشغيلية الأقل تشدّداً لهذه الأنواع من الصواريخ الكيماوية مقارنة مع الصواريخ الفضائيّة الكبيرة».

وفي الطريقة الثانية، يرفع محرّك أوريون الأساسي إلى ما فوق الغلاف الجوّي وفق ما جاء في الطريقة الأولى ذاتها، ثم «يندفع ذاتياً نحو المدار ولكن في حال كونه دون متفجرات أو ربما «فارغاً». ثم توضع الشحنات المتفجرة وكل ما يلزم من الوقود الدفعي في المركبة عندما تكون في المدار». وهذه الطريقة تخفّف الطلب مثلما فعلت الطريقة الأولى، بل أكثر منها. سيما وأن محرّك أوريون يحمل عدداً قليلاً من القنابل تكفي لانطلاقته الأولية إلى المدار من الأجزاء العليا من الغلاف الجوّي. وقد اقترحت جنرال أتوميك محركاً يزن 1400 طن به صفيحة دافعة بقطر 34 متراً من أجل الطريقتين الأولى والثانية. وهذا المحرّك يحتاج إلى صاروخ ضخم هائل الحجم - يسعد به فون براون. يقول هانز أمتمان Hans Amtmann: «لدينا بعض الصواريخ الدافعة العظيمة قادرة على إخراجه من الغلاف الجوّي. وبعدئذ تبدأ الأعمال النووية. إذ لم يكن الصاروخ القمري كبيراً بما يكفي».

أما الطريقة الثالثة في التشغيل فتشتمل على «تغليف المحرّك والوقود الدفعي والمتفجرات ضمن جزئيات ذات كتلة وقطر متساوية إلى حد بعيد، تزن الواحدة منها نحو مليون رطل، مثلاً»، ثم رفعها بالصواريخ واحدة بعد الأخرى إلى المدار المخصّص لها حيث يتم تجميعها هناك. ومن أجل ذلك نحتاج لقوة اندفاع أقل كثيراً. وليس تردد النبضة بالأمر الهام عند تشغيل محرّك أوريون. أما الجزئيات الاعتيادية التي تطلق إلى المدار فيمكن تجميعها بتشكيلات مختلفة

حسبما يناسب المهام المقصودة وخططها. وقد اقترح لهذه الطريقة الثالثة ما يلي: «بالنسبة للمهام ذات السرعة المنخفضة مثل التنقل بين مدار حول الأرض ثم مدار حول القمر والعودة إلى مدار حول الأرض يمكن استخدام واحد أو اثنين من حجيرات الوقود الدفعي إلى جانب عدد كبير من الحجيرات الخاصة الشحنات. أما بالنسبة للرحلات عبر الكواكب فيمكن استخدام عدد كبير من حجيرات الوقود الدفعي إلى جانب واحدة أو اثنتين من حجيرات الشحنات. أما المحرك فقد اقترح لهذه الطريقة محرك وزنه 500 طن «يتناسب ويتوافق مع الصواريخ الدافعة من صنف نوفا Nova».

وقد افترضت المجموعة المكلفة بإعداد الدراسة أساساً لمقارناتها حمولة تزن 500 طن ترسل إلى مدار حول المريخ. غير أن الدراسة الخاصة بالرحلات الهادفة إلى الهبوط على سطح القمر أو الذهاب إلى مدار حول المشتري فلم تكن بمثل ذلك التفصيل. وقد طلبت ناسا إلى هذه الجماعة وقبل الانتهاء من دراستهم تصغير حجم المركبة، بحيث تكون المركبة ذات 500 طن النسخة الكبرى، وبحيث تتركز الجهود على محرك يزن 100 طن يمكن دفعه إلى الأعلى نحو المدار بواسطة صاروخ طراز ساترن خمسة جاهز وينتظر.

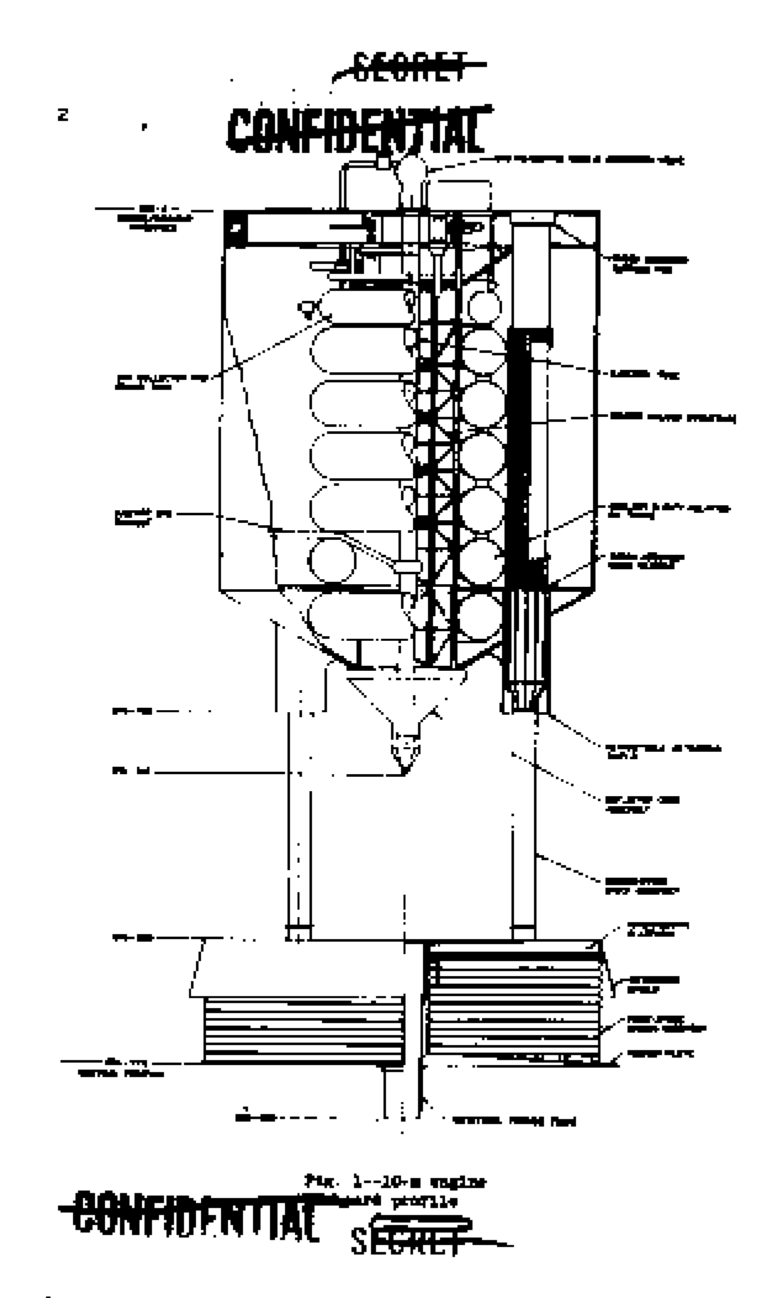
هذا، وقد جاء في ملخص للتقرير النهائي الصادر عن جنرال أتوميك ما يلي: «كانت القيود التي فرضتها ناسا على منظومة الدفع أقل شدة ولا تشتمل على الكثير من المطالب. ومعظم النتائج التي تمخضت عنها هذه الدراسة تتعلق بحجيرة دفع قطرها 10 م، وهذا يعادل نصف حجم أصغر حجيرة كانت موضع دراسة جادة في السابق، ولكنها تتمتع بقدرة على الأداء الرائع في طريقة تشغيل وإقلاع من المدار. والفضل في تفهم هذه القدرة والإمكانيات في المركبة يعود في معظمه إلى ناسا التي أدركت قيمة ومنطقية هذا الحجم من المركبة بالرغم من ضعف اقتصاديات الدفعيات وانخفاض قمية وحدة الدفع النوعي نسبياً».
ومن الملاحظ أن ما جاء في هذا التقرير كان طريقة مهذبة للقول إن الذي تهتم

به ناسا ليس أكثر من نسخة معدلة لأوريون فاقدة القوة والتأثير. وهذا بدوره يعني أن كوكب المريخ دخل الخطة وخرج منها إنسيلادوس التابع الفلكي لزحل.

وهكذا أخضعت مركبة أوريون ذات القطر 10 م للكثير من الدراسات في مجال التصميم والدراسة الهندسية والمهام التي ستقوم بها: واستغرقت هذه الدراسات بضعة شهور منذ صدور ذلك التقرير. درست كافة الاحتمالات ومختلف بدائل التشكيل التي كانت جميعاً تدور حول المحرك الأساسي نفسه والقائمة على فرضية أن الرحلة إلى المريخ ستستغرق 450 يوماً، بما في ذلك مكوث على المريخ لمدة خمسين يوماً. تراوحت هذه المهام بين رحلة استكشافية إلى المدار تحمل ثمانية أفراد وشحنات قدرها 1650 رطلاً حتى مقصدها النهائي، تتطلب وزناً قدره 600 طن من أجل مغادرة مدار الأرض، وحتى رحلة تحمل عشرين فرداً وشحنات قدرها 330000 رطلاً حتى المقصد النهائي، ووزناً قدره 1200 طن لمغادرة مدار الأرض. ومثل هذه المهام تحتاج إلى أربعة وحتى تسعة إطلاقات لصاروخ ساترن لكي يتم تجميع المركبة الأساسية في المدار. واقترح أيضاً حرصاً على السلامة أن تقوم مركبتان على الأقل بالرحلة معاً في الوقت نفسه. وهكذا يتيح عدد من «سيارات التكسي الفضائية» التنقل بين مختلف المركبات. أما وحدات النبضة ذات المردود الاسمي بمقدار كيلو طن واحد فسوف تزن الواحدة منها 311 رطلاً وسوف تنطلق النبضات على فترات تفصل بين الواحدة والأخرى 0,86 من الثانية بحيث تحتاج كل رحلة إلى 2782 نبضة. ويتراوح طول المركبة بين 160 إلى 204 قدماً وذلك اعتماداً على عدد مستودعات الدفع فيها، وبحيث تتوضع 900 وحدة نبضة في كل طبقة تحمل داخل حجرات تدور حول محورها المركزي. وأما الشكل النهائي للمركبة فسوف يكون طويلاً ورفيعاً يختلف كل الاختلاف عن الشكل الأصلي الشبيه بالقبة كما تصوروه عام 1958 أو 1959.

وبدلاً من أن تدور حول نفسها كالخذروف لتكون جاذبية صنعية حول محيط سطح المراقبة في القبة العلوية، اعتمدت مركبة ناسا طريقة القلب رأساً على عقب: «خلال فترات الإبحار الطويلة يمكن الحصول على الجاذبية الصنعية من خلال الدوران البطيء للمركبة بكاملها (4 دورات بالدقيقة تقريباً). وفي الرحلة الاستكشافية النموذجية تقوم المركبة بثلاث دورات للأعلى وثلاث دورات للأسفل». لذلك تم تزويد الأقسام الخاصة بالطاقم ومحطة القيادة بمجموعتين من الأثاث لكي يجري التبديل بين السقف والأرضية ـ فتكون مجموعة منها بوضعها الصحيح للأعلى يستخدمه الطاقم أثناء فترات التسارع في حين يستخدمون المجموعة الثانية من الأثاث الموضوعة رأساً على عقب أثناء فترة الدوران لتحقيق الجاذبية الصنعية. وقد وُضعت الرسوم والمخططات التفصيلية لكل جانب من جوانب المركبة، في حين عمل عدد من مهندسي الطيران من أمثال توماس ماكن Thomas Macken في دراسة تفاصيل الملحقات مثل ماصات الصدمة ودوران سائل التبريد وحماية الأقسام الخاصة بالطاقم وتحديد مقدار الحماية اللازمة من الجسيمات النيزكية خلال رحلة تمتد ثمانية عشر شهراً من الأرض إلى المريخ والعودة. أما توماس ماكن فقد ابتدأ العمل بهذا الاختصاص عام 1934 حين كان يجري دراساته على الطائرات الخشبية ذات الجناحين لدى شركة آفري روز Avery Rowes بمانشستر.

غير أن مركبات أوريون الصغرى لا تتضمن الحماية من الإشعاع كما في المركبات الأكثر ضخامة، لذا يتعين على أفراد الطاقم أن يحتموا داخل مقصورات محمية أثناء تشغيل المحرك أو في حال حصول عواصف شمسية. سوف تكون الظروف بالنسبة لهم شديدة الضيق والتعقيد. وقد جاء في تقرير بعنوان «إقامة الأفراد في مركبة أوريون» وضعه والتر موني Walter Mooney وصدر في شهر أيلول/ سبتمبر عام 1963، ما يلي: «في الرحلات القصيرة (30 يوماً وحتى 90 يوماً كحد أقصى) يفترض أن تكون ظروف الازدحام النسبي



تفاصيل محرك أوريون ذات القطر ١٠ م وقد وضع هذا التصميم بموجب عقد أُبرم مع مركز مارشال للتحليق الفضائي التابع لناسا، 1964.

مقبولة وهذا يتضمن المشاركة في سرير المبيت وفي الأرائك المستخدمة أثناء التسارع وذلك فقط في حال التواجد في القبو الخاص بالملجوء عند العواصف أو في مقصورة تشغيل التحليق. أما في الرحلات الطويلة (450 يوماً إنما من 90 يوماً وحتى 1000 يوم أو أكثر) يتعين وجود مساحات أوسع. وعلى سبيل المثال يجب أن يشعر الجميع أنّه لن تكون ثمة مشاركة في سرير المبيت ومن الأفضل

وجود غرف نوم مستقلة لكل واحد من أفراد الطاقم. ويفضل وجود مساحات خاصة للطعام والتمارين والتسلية في أية رحلة فضائية طويلة الأمد». لقد انقضت بلا رجعة تلك الأيام التي كان تيد وفريمان يتصورانها عام 1958 حول كيفية إقامة أفراد الطاقم. وكذلك، يتطلب محرك أوريون الصغرى وقوداً دفعياً عالي الكثافة من التنغستن، لذلك أُلغيت الخطط الأولى التي اشتملت على إعادة تدوير فضلات الطاقم لتشكّل قنابل تستخدم قوة دافعة. ولكن أقر التقرير بأنه «من المفضل استعادة المياه كاملة في الرحلات الطويلة وذلك يتضمن تقطير البول».

لمركبة أوريون ذات القطر 10 م القدرة على أداء المهام الأساسية لرحلة إلى كوكب المشتري، لكن نسخة هذه المركبة بقطر 20 متراً والمصمّمة لاستخدام صواريخ دفع للأعلى من طراز نوفا Nova هي الأفضل. فمثل هذه المركبة تستطيع أن تحمل عشرين شخصاً وشحنات تقدر بـ100000 كغ حتى المقصد النهائي في رحلة إلى مدار حول القمر كاليستو Callisto ثاني أكبر أقمار المشتري، ومن هذا المدار يمكن الهبوط على سطح القمر كاليستو بقوة دفع كيماوية، كما يمكن إنزال مسبار غير مأهول إلى سطح المشتري. وستكون الزيادات في السرعة في هذه الرحلة بما في ذلك العودة إلى مدار الأرض 64000 م/ ثا وتستغرق الرحلة 910 أيام. سوف يكون الوزن عند مغادرة مدار الأرض 6000 طن متضمنة وزن 8291 وحدة نبضة تزن الواحدة منها 993 رطلاً.

ولكن حتى هذه المركبة ذات القطر 20 م قد أنقص حجمها وأداؤها عما كانا عليه في التصميم الأصلي للمركبة. يقول واضعو تقرير ناسا النهائي: «إن حجرات الدفع في هذه الدراسة غير ذات فاعلية وقليلة الكفاءة بالمقارنة مع الإمكانات الظاهرية للدفع بقوة النبضة النووية». وقد أوضح العاملون في أوريون أثناء إيجاز مبدئي قدموه إلى ناسا قبل توقيع العقد: «سوف يبذل مجهود متواضع في سبيل تحديث المعلومات الحالية بخصوص فكرة مركبة ضخمة من

«الجيل الثالث» وبغية مقاربة حدود الحجم المفيد والمجدي». فقد كانوا يتصورون تصميم مركبة لديها القدرة على زيادات في السرعة يبلغ مجموعها أكثر من 300 كم/ ثا، وتكون «بحجم يمكن وضعها فيه ضمن تصنيف وسائط النقل في استعمار الكواكب». لكن التقرير النهائي لا يفرد أكثر من ثلاث صفحات للحديث عن مركبات من الجيل الثالث.

بل قدّم التقرير وصفاً لاثنين من «المركبات الافتراضية ذات النسخة المتطورة»، حيث جاء «المركبة (آ) ويفترض فيها أن تتميز بقوة دفع نوعي قدرها 10000 ثانية وقوة اندفاع تُقدّر بـ10 مليون رطل؛ والمركبة (ب) تتميز بقوة دفع نوعي قدرها 20000 ثانية وقوة اندفاع تقدّر بـ40 مليون رطل. وأما القاعدة الأساسية الإضافية فهي الافتراض بتشغيل النبضة النووية قرب سطح الأرض». وهذه المركبات التي يفترض بها أن تزن 4000 طن و16000 طن والقادرة على تحقيق سرعة تصل حتى 500000 قدم/ ثانية هي الأثر الرسمي الأخير المتبقي من مركبات أوريون ذات الصنف المماثل للبواخر عابرة المحيطات التي كان يعمل عليها فريمان وتيد في عام 1959.

وقد صرف التقرير النهائي لناسا النظر عن الحديث حول مشاكل محتملة. إذ سوف تستهلك الرحلة العادية إلى المريخ ما لا يزيد عن 28٪ من الإنتاج الأمريكي السنوي لمادة البلوتونيوم على افتراض اتباع طرق التحويل الأقل فاعلية، و0,06٪ فقط إذا اشتغلت المفاعلات المولدة بأقصى طاقتها وسرعتها. وجرى تفقد والتأكد من صلاحية مواقع الإطلاق في ألاسكا وأستراليا؛ ووجدوا أن المواقع الكائنة في ولاية فلوريدا تكفي؛ وتفي بغرض استخدام الصاروخ طراز ساترن خمسة لدفع المركبة عالياً نحو المدار. أما موضوع الحروق التي تصيب العيون فهو أمر يمكن تدبيره حيث جاء في التقرير: «بما أن التفجيرات النووية على ارتفاعات عالية تظهر للعيان في منطقة مترامية الأطراف من سطح الأرض لذلك ثمة احتمال قائم بأن عدداً لا يُستهان به من الأفراد سوف ينظرون

إلى التفجير. وقد قرّرنا بشكل متحفّظ بأن التفجير على ارتفاعات تفوق 90 كم لن يكون كافياً للتسبّب في حروق تصيب شبكية العين التي لا تحمل نظارات واقية». كما ساد الاعتقاد بأن الغبار الذري سوف يتلاشى إذا كان الإقلاع من المدار يتم في خطوط عرض مغناطيسية عالية جداً، ولكن ثمة احتمال وجود الخطر بسبب انفجار الصاروخ عند منصة الإطلاق إذا كان يحمل حمولة كاملة من القنابل. غير أن سيناريو أسوأ الحالات يفترض «احتمال سقوط ما يقرب من ألف وحدة نبضة في النار وتفجر المواد عالية التفجير (نحو 20000 كغ). وإذا أخذنا في نظر الاعتبار التصاميم الحالية للقنابل النووية فلن يكون ثمة انفجار نووي أو حادث حرج». ولكن قد تحصل متاعب جمّة حتى لو لم تنفجر القنابل. «سوف تكون المشكلة الأكثر خطورة احتمال احتراق أو تبخر البلوتونيوم، وهذا قد يتسبّب في حدوث أخطار الاستنشاق مع هبوب الريح إضافة إلى خطر تلوث الأرض بالمواد الإشعاعية. وإن تبخر كل ما هو متوفر في المركبة من البلوتونيوم على هيئة الرذاذ فقد ينجم عن ذلك خطر متزايد».

جاء في تقديرات وضعتها جنرال أتوميك أن رحلة إلى المريخ باستخدام صاروخ ساترن ومركبات أوريون ذات القطر 10 م سوف تكلف أقل من مليار دولار للتطوير والتشغيل المباشر. يقول كرافت إهريكه وهو يقدّم التحليل المثلّف من 425 صفحة الذي أجراه للرحلات عبر الكواكب والنفقات المحتملة «يبدو من الواضح الجلي أن النبضة النووية هي منظومة الدفع للمدى الطويل الواعدة والأكثر تطوراً والتي ستكون متاحة في أواسط عقد الثمانينيات أو ربما قبل ذلك الحين». وقد قدرت تكاليف الإطلاق صواريخ ساترن خمسة في الرحلات النموذجية إلى المريخ بنحو 60٪ من تكاليف التشغيل المباشر.

وتولدت لدى تيد القناعة بأن المشروع عاد إلى مساره فيما يتعلق بالمريخ. فقد كتب رسالة إلى فريمان بتاريخ 11 تموز/ يوليو 1963 يقول فيها: «لقد اجتاز مشروع أوريون نقطة علام كبرى في مسيرته وحسب اعتقادي فسوف

نحصل على دعم رسمي من ناسا. وهذه هي المرة الأولى منذ صيف عام 1958 نحصل فيها على شخصية واضحة لمدة تزيد عن بضعة أشهر». لكن حظر التجارب قد بات وشيكاً لكنه ليس بالأمر الذي يصعب تجاوزه، وعندما أصبح اهتمام ناسا معروفاً علانية بعث فريمان كتاب تهنئة إلى تيد يقول فيه: «إن الشئ العظيم الذي حدث ومن شأنه أن يدعم موقفك هو الإدراك العام، حتى في صفوف عامة الناس، أن الصواريخ الكيماوية لا تقدم شيئاً فيما وراء رحلة إلى القمر. وإن تأثير المعاهدة فيما يخص مشروع أوريون أمر صحي على الأرجح على المدى الطويل. فهي تعني أن التأكيد قد أبعد تلقائياً عن التطبيقات العسكرية واتجه نحو الرحلات الاستكشافية بعيدة المدى. وهذا ما كنا دوماً نصبو إليه».

23

موت مشروع

لم يدم تأييد ناسا للمشروع طويلاً. لكن هنتسفيل لم تتراجع عن حماسها له، حتى أن فيرنر فون براون أصدر كتاباً أبيض بعنوان «منظومة الدفع بالنبضة النووية وأهميتها الكامنة والمحتملة لناسا» غير أن هذا الكتاب، ورغم أنه تسرب إلى قيادة القوى الجوية، إلا أنه «منع من التداول العام لعدة أشهر». وبدون دعم من واشنطن لا تستطيع هنتسفيل أن تفعل شيئاً. ففي مذكرة بعث بها تيد إلى فريمان في نهاية عام 1963، قال: «إن قيادة ناسا تحارب بكل قوة أي دعم جديد للمشروع، وهذا ما أظنه لا يتناسب إطلاقاً مع الحد الأدنى من الدعم الذي تقترحه هنتسفيل. هناك الكثيرون في ناسا ممن يحبون تعليق كل شيء على الحبل فيصبحون غير قادرين على التفكير بأن العمل الجاد بمشروع أوريون يجب أن يبدأ ويتواصل إلى ما بعد أن يحمل صاروخ نووي شحنات مفيدة. حتى أن بعض المسؤولين يقترحون بأن الوقت المناسب لمشروع أوريون يرجح أن يكون حوالي عام 1990».

وقد رأى تيد أن النضال الذي يخوضه من أجل المشروع حالة من حالات قانون فيرمي Fermi's Law القائل: «إن لم تحقق لبعض الوقت فأنت لا تقوم بعملك». لقد نجح هذا المشروع في تحقيق تقدم في العلوم لكنه أخفق في تحقيق تقدم في مواجهة السياسة، والسبب في ذلك أنه دفع باتجاه حدود عديدة

في الوقت نفسه. وهذا ما أوضحه فريمان في شهر آذار/ مارس عام 1965 حين لفظ المشروع أنفاسه الأخيرة بقوله: «كان لمشروع أوريون قدرة عجيبة، فريدة في نوعها، على استعداء أربعة أقسام هي أقوى الأقسام جميعاً في المؤسسة الحاكمة بواشنطن وبوقت واحد. والشيء اللافت أمام كل هذه التناقضات وفي وقت لم يكن مستقبله مضموناً لأكثر من بضعة أشهر، أن المشروع ظل حياً ولم يقض نحبه طوال هذه المدة التي عاشها». وفي هذا الإطار يضع فريمان اللوم على أربع مجموعات من الأشخاص هي: وزارة الدفاع، والمسؤولون القياديون في ناسا، والمؤيدون لمعاهدة حظر التجارب النووية وأخيراً الأسرة العلمية جمعاء. وهناك مجموعتان أخريان من الأشخاص، هيئة الطاقة الذرّيّة وجماهير عامة الناس، وقفت تنظران إلى تنفيذ حكم الإعدام، إحداهما غير قادرة على تقديم العون والأخرى غير راغبة بذلك.

فقد رأت وزارة الدفاع ـ باستثناء الفيزيائيين في مركز الأسلحة الخاصة التابع للقوى الجوية ومحبي المغامرة في وكالة مشاريع البحوث المتطورة والمحاربين الفضائيين في الآمرين الاستراتيجية الجوية ـ في هذا المشروع أحد أمرين: تدميراً للقنابل وهدراً للدولارات في سبيل أغراض غير عسكرية، أو أنه إزاحة لمنظومات الأسلحة باهظة الثمن عن ساحة القتال في حروب حقيقية على الأرض. أما ناسا ـ وباستثناء قلة قليلة في هنتسفيل ـ فقد رأت في المشروع قفزة رعناء إلى ما وراء مشروع أبولو، ومنافساً شديداً باهظ التكاليف لمشروع روفر وخطراً غير مقبول في العلاقات العامة بسبب ما يحتويه من قنابل. وأما المؤسسة المروّجة لحظر التجارب النووية ـ باستثناء هانز بيته Hans Bethe ـ فإما أنها تجاهلت المشروع كلياً أو أنها رأت فيه امتداداً محفوفاً بالمخاطر لسباق التسلح؛ ووعداً بإجراء تفجيرات سلمية في الفضاء يشكل ثغرة من الأفضل أن تبقى مغلقة. وأما الأسرة العلمية فلم يكن لديها سبب يدعوها للدفاع عن مشروع غارق في غياهب السرِّيَّة فيعجز عن التطوير العلمي للعلوم الفضائية.

وأما هيئة الطاقة الذرّيّة، التي غابت عن اللائحة التي وضعها فريمان بأسماء النقاد، فقد أعربت عن تأييد مبدئي للمشروع، إلاّ أنّها شعرت بالشك إزاء مشروع يستخدم القنابل قوة دافعة وتزايد شكها هذا إذ لم يكن المشروع ينتمي إلى واحد من المخابر التابعة لها.

وأما جمهور العامة فلم يعرف شيئاً عن هذا المشروع حتى وصل إلى نهايته المحزنة. يقول تيد وهو يقف متأملاً بما آل إليه المشروع عام 1963: «لأسباب لا أدري كنهها وأجدها محيّرة، كانت وزارة الدفاع شديدة الحساسية إزاء نشر أية معلومات عن مشروع أوريون أمام الجمهور. وأظن، بصراحة القول، إن مرد ذلك تخوّف الوزارة من تزايد تأييد عامة الناس للمشروع». وهذا ما يستذكره لو آلن Lew Allen عندما كان في رحلة بالطائرة من كاليفورنيا إلى واشنطن، حيث يقول: «نهض تيد من مقعده وخاطب كل من كان في الطائرة موضحاً لهم فكرته هذه وسألهم إن كانوا يعتقدون أن المشروع جدير بالأموال التي يمكن أن تُجبى من خلال اقتطاع دولار واحد من الضرائب المفروضة عليهم سنوياً تخصص لتمويل هذا المشروع ويروا ما إذا كان بالإمكان إنجاح المشروع ويحقّق الرحلة إلى الكواكب. وغني عن القول إن كل من في الطائرة صوتوا لصالح المشروع».

ولم تكن الأموال التي أُنفقت على المشروع لتكافئ الجدال الذي دار حول التكاليف، فقد أُنفق 10,4 مليون دولار على مدى سبع سنوات زيد عليها نحو مليون دولار قدمتها شركة جنرال أتوميك في فترات تنضب فيها التمويل الخارجي، وكانت المساهمات الحكومية كالتالي (ودون أن تتضمن الدعم اللوجستي ورواتب موظفي مركز الأسلحة الخاصة التابع للقوى الجوية): هيئة الطاقة الذرّيّة ـ 5000 دولار؛ وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة ـ 2325000 دولار؛ القوى الجوية/ وزارة الدفاع ـ 8070000 دولار؛ ناسا ـ 100000 دولار، وحتى المبالغ الأكبر التي طلبت بأمل تطوير التجارب النووية وصنع النماذج

كانت متواضعة جداً بالمقارنة مع المعايير المُعتمدة لدى ناسا وهيئة الطاقة الذرّية أو وزارة الدفاع. يقول برونو أوغنشتاين: "إذا نظرت إلى الميزانية الأولى، أو بعض الميزانيات المبكرة، المقترحة لمشروع أوريون تجد الأمر سخيفاً. بضع عشرات الملايين من الدولارات؟ عندما تفكّر كم كان يُنفق على برامج أخرى في تلك الأيام، وكثير منها لم يحقّق أي نجاح، تُصاب بالذهول، والدهشة".

عندما كان المشروع في ذروته، كان عدد العاملين نحو 50 شخصاً ومعدل النفقات 150000 دولار شهرياً. وخلال مراحل العمل طيلة سبعة أعوام لم يظهر شيء يتعارض أساساً مع ذلك التفاؤل الذي شعر به الجميع في عام 1958. يقول فريمان: «كانت النتيجة النهائية نوعاً من قاعدة فنّيّة ثابتة ترسّخ الاعتقاد بأن مركبات من هذا النوع يمكن تطويرها وتجربتها وتحليقها. ولم يُقدِم أحد على الطعن جدياً بأي من الحقائق الفنّيّة التي توصّلنا إليها. وأما المتاعب التي واجهها المشروع منذ بدايته فقد كانت سياسيّة. وقد كان مستوى الكفاءة العملية والهندسية المخصّصة لهذا المشروع، سيما وأنّه مشروع سرّي، في أعلى مستوى». غير أن العقبات المتتالية ثبّطت عزائم العلماء في لاجولا وأحبطت آمال المسؤولين عن المشروع في البوكرك الذين يتحرّقون شوقاً للمضي قدماً في تنفيذه. ومن هذه الحالة أعرب رون بريتر Ron Prater عن تذمّره عندما قال: "إن مشروع أوريون بوضعه الحالي يعاني من مشاكل غير فنّيّة، أو ربما شبه فنية (مهمة غير عسكرية، تكاليف تطوير هائلة، الحاجة إلى تجارب نووية، صعوبة تجربة التحليق، إلخ، إلخ، إلى ما له نهاية). لكن المشاكل الفنّيّة حقاً فهي حالياً وإلى حد بعيد تحت السيطرة.

عندما تمّ تنصيب الرئيس كينيدي في شهر كانون الثاني/ يناير عام 1961 حصل تبديل في الحرس في البنتاغون وتسلّم روبرت ماكنمارا Robert S. McNamara حقيبة وزارة الدفاع. كما أن أشياء كثيرة جداً قد تبدّلت عما كانت عليه عام 1958. فالصدمة الأولى التي أصابت الجميع عندما أطلق القمر

السوفياتي سبوتنيك قد بدأت تخسر والسباق الذي كان يجري على نطاق مكتوم للتسلح والمراقبة والذي كان سلاحه الصواريخ والأقمار الصناعية غير المأهولة قد تضاءلت أهميته أمام أنظار العامة الذين أخذوا يهتمون بالرحلات الفضائية المأهولة التي باتت من صلاحيات واختصاص وكالة الفضاء الأمريكية ناسا دون وزارة الدفاع. ووسط كل هذه التغييرات، رأى الجميع في مشروع أوريون أثراً باقياً من مشاريع القوى الجوية التي كانت ذات مرة توصف بالعظمة والجلال. وهذا ما أوضحه فريمان بقوله: «كان ماكنمارا ضد كل ذلك البذخ والترف الذي اتصفت به القوى الجوية. وقد أراد أن يركّز العسكريون على الأشياء العملية على أرض الواقع وأن يخوضوا حروباً حقيقية بدلاً من أن يتلهوا بتلك الألعاب التقنية. وكان إلى حدٍ ما خصماً للقوى الجوية ونصيراً للجيش».

وعندما سُحب المشروع من وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة ووُضع تحت سلطة قيادة القوى الجوية، تولّت إدارة العقد رسمياً دائرة الصواريخ البالستية التابعة لآمرية البحث والتطوير بعد أن كان بإشراف مديرية البحوث في قسم الفيزياء التابع لمركز الأسلحة الخاصة في القيادة الجوية. وفي شهر نيسان/ أبريل عام 1961 جرت عملية إعادة تنظيم في القوى الجوية وأحدثت فيها إدارة باسم آمرية المنظومات للقوى الجوية وكانت أحد أقسام المنظومات الفضائية التي عُهد إليها إدارة مشروع أوريون. لكن أوريون ليس قمراً صناعياً، وليس صاروخاً، لذلك كلما ارتفعت ميزانيته إلى أكثر من 2 مليون دولار، وهنا تتوجب موافقة وزارة الدفاع، يبدو المشروع في وضع مزرٍ. غير أن مركز الأسلحة الخاصة وجميع العاملين فيه فعلوا كل ما بوسعهم ليبعدوا نقد المنتقدين عنه، ورغم ذلك كانت المتاعب تعترضه كلما حاول النمو. وكلما طالب المسؤولون عن المشروع بمبالغ إضافية، مثل ثلاثين مليون دولار، كانوا يتلقون رداً يقول إن المبلغ كبير جداً لمشروع دراسة جدوى، أو قد يكون الرد إن المبلغ أقل من أن يكفي لتطوير شيء ينطلق إلى الفضاء. يقول إد غيلر Ed Giller: «في كل مرة نحاول أن نزيد حجم المبلغ المطلوب، يصبح الأمر لافتاً

PRINCIPAL MILESTONES

PULSE UNIT
INTERACTION PHENOMENA
PUSHER SHOCK ABSORBER SYSTEM
PROPULSION MODULE
APPLICATIONS
INITIAL CONCEPT
BASIC SYSTEM CONCEPT
1945 '57 '58 '59 '60 '61 '62 '63 '64 '65
CALENDAR YEAR

محطات هامة في مسيرة مشروع أوريون (1957 ـ 1965) على خمسة مسارات نظرية وتجريبيّة في مجال التطوير والتصميم.

لانتباه الجميع». «فكان يتعين علينا إما أن نكون داخل البوتقة، أو نخرج منها، وكانوا يقولون لنا لنخرج من البوتقة»، كما يضيف دون بريكيت Don Prickett.

في شهر أيار/ مايو 1961 تولّى هارولد براون Harold Brown المدير السابق لمخابر ليفرمور منصب مدير البحوث والهندسة الدفاعية، خلفاً لهربرت يورك، وفي هذه المديرية ذاتها تصنع القرارات المتعلّقة بنفقات البنتاغون على البرامج وضمنها مشروع أوريون. يقول أوغنشتاين الذي عمل مساعداً لهارولد براون موضحاً مهام هذه المديرية: «كانت طريقة إدارة مختلف الإدارات العسكرية في عقد الستينات تختلف عن طريقة إدارتها هذه الأيام. ففي ذلك الحين كانت مديرية البحوث والهندسة الدفاعية تتمتع بالسلطة الكاملة على جميع البرامج العسكرية. كان من صلاحيتنا أن ندخل برامج ونحذف برامج من ميزانية القوى الجوية كما نشاء. لكن هذه المديرية لا تتمتع بمثل هذه الصلاحية في هذه الأيام. وقد كانت القوى الجوية تحت عين وبصر هارولد براون مباشرة

تلك الأيام. ولم يكن، كما أذكر، من المؤيدين لمشروع أوريون. فقد كان دوماً يسأل، «لأي غاية سوف يستخدم؟ ومن يريده؟»(*).

وفي غمرة هذه الأحداث أعلن السوفيات بتاريخ 30 آب/ أغسطس 1961 أنهم سوف يستأنفون التجارب النووية، وبتاريخ الأول من أيلول/ سبتمبر عام 1961 أجروا تجربة جوية وفجّروا قنبلة بقوة 150 كيلو طن في الجو وبذلك وضعوا نهاية للحظر الذي لم يدم أكثر من 34 شهراً. وألحقوا هذه التجربة بتجارب أخرى أُجريت في الرابع والخامس من أيلول/ سبتمبر، ما دفع الرئيس كينيدي (الذي كان رد فعله «لا تمكن كتابته») للإعلان بأن الولايات المتحدة سوف تستأنف تجاربها أيضاً. وحدثت مناقشات ساخنة وراء الأضواء حول ما إذا كان الأفضل تفجير أكبر عدد ممكن من القنابل وبأسرع وقت ممكن فيتبين للجميع أن أمريكا لم تؤخذ على حين غرة، أم الأفضل ممارسة نوع من ضبط النفس. وهنا تكمن الفرصة أمام مشروع أوريون.

ولم ينته شهر أيلول/ سبتمبر إلا وكان المسؤولون عن مشروع أوريون قد جهزوا خططهم لإجراء سبع تجارب نووية باستخدام صفائح دافعة بقطر 20 قدماً وقنابل ذات مردود منخفض. ثلاث من هذه التجارب سوف تجرى داخل خزانات مفرغة من الهواء وأربع تجارب باستخدام الصواريخ التي تدفع القنابل إلى ارتفاع 200000 قدم. كان من شأن هذه الخطط أنها أثارت اهتماماً واسعاً لدى هيئة الطاقة الذرّية ووزارة الدفاع على حد سواء، إضافة إلى موافقة مبدئية من هارولد براون ولكن دون التوصل إلى اتفاق حول الجهة التي ستقدم التمويل. ومع بداية شهر تشرين الثاني/ نوفمبر عام 1961 عمل المسؤولون عن مشروع أوريون لدى مركز الأسلحة الخاصة وجنرال آتوميك على مراجعة مخططاتهم وسعوا للحصول على مبلغ 15 مليون دولار كتمويل إسعافي طارئ بهدف إجراء خمس تجارب باستخدام البالونات وتجربتين يكون تفجير القنابل فيهما داخل خزانات تحت أرضية. وقد حصلوا فعلاً على الإذن بإجراء تجارب

البالونات في موقع التجارب الخاص بالصواريخ في وايت ساندز White Sands مع التمييز بين تجارب أوريون وتجارب الأسلحة المتواصلة في نيفادا.

كانت الأموال المطلوبة معقولة، والتجارب مدروسة بشكل جيد. وبدأت هيئة الطاقة الذرِّيّة تكتشف أن حفر الأنفاق تحت سطح الأرض باهظ التكاليف، وصعب تزويدها بالأدوات الضرورية ناهيك عن كونها عُرضة لمشاكل تتعلّق «بالاحتواء». فقدم مشروع أوريون المبرِّر المقبول لإجراء التجارب على ارتفاعات شاهقة في الجو أو في الفضاء الخارجي، إضافة إلى أن هذه التجارب قد تساعد في إيجاد الإجابة عن كل التساؤلات المتعلقة بالتآكل الذي تسبّبه الأشعة السينية X-rays والتأثيرات الكهرطيسية في الارتفاعات الشاهقة التي كانت ذات أهمية كبرى في الدفاع الصاروخي وعدم فناء الرؤوس الحربية. أما السوفيات فقد فجروا خمسين قنبلة أخرى قبل أن ينتهي الأسبوع الثاني من شهر تشرين الثاني/ نوفمبر، فأشار الصقور في الأمرية الاستراتيجية الجوية إلى النفاق والإزدواجية التي مارسها السوفيات خلال فترة الحظر من حيث تحضيراتهم للتجارب، ورأوا في ذلك تبريراً يسوغ نشر أوريون عرضاً للقوة. كانت مخابر ليفرمور ولوس ألاموس في أتم جاهزية لتزويد المشروع بالقنابل ذات المردود الأقل من كيلو طن واحد، بحيث تستعمل في الاختبارات الدفعية وليس لتجارب الأسلحة، وهكذا ليبقى الباب مفتوحاً أمام المشروع فيما لو غيرت ناسا رأيها. إذن كل شيء كان مهيئاً لإنطلاق المشروع.

بيد أن هارولد براون كان له رأي آخر. فقد قرّر أن يبعد مشروع أوريون عن مظلة وزارة الدفاع. يقول المؤرخون الذين تحدّثوا عن مركز الأسلحة الخاصة التابع للقوى الجوية: «بتاريخ 28 كانون الأول/ ديسمبر عام 1961 أعربت وزارة الدفاع عن رفضها تقديم التمويل الإسعافي الطارئ لمشروع أوريون وسحبت تأييدها للمشروع، وخصّصت مبلغ 98000 دولار ينفق على مدى ستين يوماً لإنهائه». وفي الأول من كانون الثاني/ يناير 1962 أصدرت

دائرة المنظومات الفضائية تعليماتها إلى مركز الأسلحة الخاصة للتصرف طبقاً لذلك إلاّ إذا وردتها تعليمات مخالفة خلال ثمان وأربعين ساعة. وحيث أنّه لم يتلق أية تعليمات من البنتاغون، لم يكن أمام مركز الأسلحة الخاصة من خيار سوى التنفيذ والبدء بإغلاق هذا الملف. لكن العامل الحاسم في هذا الشأن لم يكن ذلك التمويل الإسعافي المطلوب من أجل سلسلة تجارب سوف تُجرى عام 1962، بل الميزانية البالغة 33250000 دولار التي رفعت إلى وزارة الدفاع للسنة المالية 1963. وربما مئات الملايين من الدولارات التي يحتمل أن تطلب بعدئذ (متضمنة التكاليف «الفلكية» للبلوتونيوم كما وصفتها مديرية البحوث والهندسة الدفاعية).

يقول أوغنشتاين: «لقد كان أوريون الجواب عن سؤال لم يسأله أحد، وأعتقد أن لهذا علاقة وثقى بالاستقبال الفاتر له. كان نظام ماكنمارا يركّز بشدة على فكرة إيجاد دور له ما يبرّره لمثل هذه الأشياء. ولذلك ذهبت هدراً كثير من الإمكانات الجيدة. كما كان لهارولد براون قاعدة أساسية صارمة تحكم تصرفاته ألا وهي الامتناع عن تقديم التمويل لأي برنامج لا يتضمن المسوغات العسكرية الواضحة».

ويضيف أوغنشتاين إلى ذلك قوله: «قد كان برنامج أوريون، على الورق، جيداً جداً وتزداد جودته كلما كبر حجمه. وهذا أمر جديد لم يألفه العديد من الناس. عندما ينبغي لشيء أن يكون بوزن 4000 طن يفوق في وزنه وحجمه أية منظومة معاصرة، لن يهلل له أحد، لأن الجميع يعلمون أن تحقيقه يتطلب خطوات عديدة، وعديدة جداً، وستكون باهظة الكلفة. لهذا كان مشروع أوريون ضحية ظروف خارجية لا علاقة لها بالمؤيدين أو المعارضين للمشروع ذاته. وكان في واشنطن في ذلك الحين الكثير من القوى ذات السطوة مثل ناسا وما لديها من برامج مأهولة، ووزارة الدفاع والقوى الجوية وبرامجهما الخفية التي لم ترغبا بتعريضها للخطر مهما كان نوعه. وهناك برنامج أبوللو

المأهول لدى ناسا، وبرنامج وزارة الدفاع الفضائي الذي يصادف العراقيل في ذلك المكتب الخفي المعروف باسم «مكتب الاستطلاع الوطني». وقد لعب مشروع أوريون لكونه برنامجاً يتضمن حمل إنسان إلى الفضاء دوراً مضاداً لكل هذه البرامج من وجهة نظر القوى الجوية، ولدى ناسا في نهاية المطاف».

ومن محاسن الصدف أن أصدقاء مشروع أوريون في واشنطن كان لهم اليد الطولى في إنقاذ المشروع من الهلاك في مطلع عام 1962، وساعدهم في جهدهم هذا إدراكهم أن الأعمال الجارية في جنرال أتوميك لها تداعيات يُستفاد منها في بعض المشاكل الآنية في الدفاع النووي. فقد قال هانز بيته في برقية بعث بها إلى جوزيف شاريك Joseph Charyk، مساعد وزير القوى الجوية بتاريخ 18 كانون الثاني/ يناير عام 1962: «من الواضح أن جدوى مشروع أوريون لم تتأكد بعد، لكن يبدو لي أن المشروع حالياً أكثر جدوى مما كان حين ابتدأ. وحيث أن فكرة المشروع تُعد راديكالية، فإن التطوير عادة يكون مخالفاً للمعتاد، وأقصد بذلك أن المشكلة تبدو أكثر صعوبة مما كانت عليه عند البداية قبل ثلاث سنوات. ويبدو لي أن الأموال المطلوبة، بحدود 2 مليون دولار، مبلغ صغير، لذا لا بد من إيجاد طريقة لتوفير هذه الأموال لتمكّن تلك الجماعة الرائعة من العلماء من متابعة العمل». ووافقت القوى الجوية. فقد جاء رد شاريك على النحو التالي: «لقد اتخذنا خطواتنا نحو إعادة برمجة التمويل لكي تواصل تلك الجماعة الفنيّة في جنرال أتوميك عملها ونشاطها. وسوف يتركز العمل بصورة رئيسية على المسائل الأساسية الخاصة بالتآكل وآلية توجيه الطاقة. وباعتقادنا أن هاتين المسألتين قد تحملان النتائج الجيدة الأساسية، ليس فقط في مجال قوة الدفع وإنما أيضاً في كل ما له علاقة بالتطبيقات الممكنة في أسلحة طاقة موجهة والتأثير النووي في مركبات إعادة الدخول وفي مجال التمييز بين الأسلحة الخدعة ووسائل الاختراق». ولهذه النقطة الأخيرة أهميتها: كيف يمكن التمييز بين الرؤوس الحربية والقنابل الخدعة إذا تعرّضت المركبة لأجسام

كثيرة العدد قادمة نحوها؟ والمرء لا يستطيع باستخدام الرادار أن يميّز الفرق بين القنبلة والبالون، ولكن يمكن التمييز بينهما إذا وجه المرء إشعاعاً موجهاً من نبضة ذات دفع من قنبلة على مجموعة أهداف قادمة نحوه، بل ويمكن أيضاً إبطال مفعولها من بُعد لا يزال في عام 2001 سراً مكتوماً مثلما كان عام 1961.

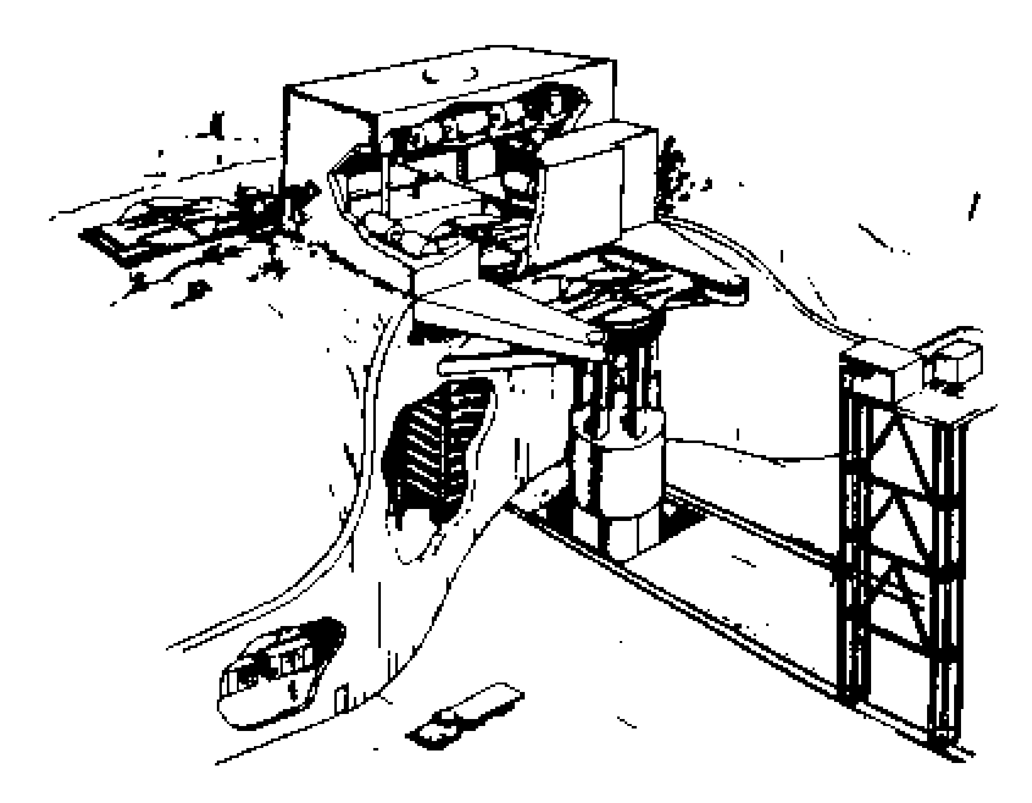
في شهر آب/ أغسطس 1962 تلقى مشروع أوريون مبلغاً إضافياً من القوى الجوية قدره 1795000 دولار، وتابع جهوده للحصول على دعم أكبر. ومثل مسؤولو أوريون أمام لجنة الطاقة الذرية المشتركة في الكونغرس وقد تضمنت الخطة الخمسية لتطوير التكنولوجيا مقترحات جديدة للتجارب النووية. وصادق الجنرال باور Power رئيس آمرية الاستراتيجية الجوية على برنامج لعشر سنوات يجري بموجبه إنفاق 4,5 مليار دولار في سبيل بناء أسطول فضائي قبل حلول عام 1973. وشرعت جنرال أتوميك باتخاذ الترتيبات اللازمة مع هيئة الطاقة الذرّية لإجراء التجارب المبدئية. ولكن تلقى مركز الأسلحة الخاصة في وقت متأخر من شهر أيلول/ سبتمبر معلومات تفيد أن هارولد براون قد اتخذ قراراً ضد برنامج التجارب «بحجة أنّه لا توجد مهمة عسكرية لإنسان في الفضاء». وبتاريخ الثاني من تشرين الثاني/ نوفمبر أصدر ماكنمارا قراره الرسمي بعدم الموافقة على التجارب المقترحة لأوريون.

وهكذا نجد أن مشروع أوريون قد وقع بين السندان والمطرقة فتعرض لضغط من الجهتين شديد جداً حتى ليكاد يلفظ أنفاسه، فكان السندان غياب الاهتمام من جانب ناسا، والمطرقة الاهتمام الشديد من آمرية الاستراتيجية الجوية. يقول تيد: «كان لتلك الإنجازات الكبرى التي قدمتها الآمرية الاستراتيجية الجوية وما رافقها من مئات الشرائح الضوئية التي تصور الأفكار والتغيرات وتغيرات على الأفكار والفكرة المحورية القائلة "إن من يطور مشروع أوريون سوف يحكم العالم" أثر سلبي جداً لدى الكثيرين من الناس. وأعتقد أن لهذا علاقة قوية جداً بأنّه مشروع يسهل الحكم عليه بالإعدام». يستذكر تيد تلك

المناسبة التي عرض فيها نموذج لمركبة أوريون يشبه البارجة الحربية، وكان النموذج بارتفاع 8 أقدام، وقد عرض تلك الشرائح في منطقة تُعتبر سرِّيَّة في البنتاغون، وذلك إما بعد، أو قبل، تقديمه إلى الرئيس كينيدي في قاعدة فاندنبرغ الجوية في أوائل عام 1962، ويقول: «لقد ذُهل الكثيرون في واشنطن لرؤية هذا النموذج. لقد كان صنع النموذج غلطة كبرى». لقد كانت وزارة الدفاع على استعداد لدعم المشروع باعتباره دراسة نظرية، أما باعتباره لا يلبي أي مقتضى عسكري، أو بدون التزام من ناسا لمهمة مدنية، فإن الوزارة لن تسمح له بالإنطلاق من الأرض.

غير أن «المقتضى العملياتي النوعي Qualitative Operational Requirement QOR» الذي نادى به توماس باور في كانون الثاني/ يناير 1961، والذي يدعو إلى إحداث قاعدة استراتيجية في مدار حول الأرض تكون «قادرة على دعم شحنات ثقيلة جداً ومتنوعة من مدارات منخفضة ولمسافات نحو القمر وما وراءه». وبحيث تكون «المنشآت والمنظومات في هذه القاعدة متكاملة وتتضمّن كافة الوظائف الكفيلة بالبقاء على قيد الحياة وتوفّر المراقبة والرصد واستخدام الأسلحة. . . دونما تقيد بحدود قوة الدفع أو بحدود وزن المتفجرات لم يكن ذلك النوع من المقتضى الذي كانت تفكر به مديرية البحوث والهندسة الدفاعية. وهذا ما لحظه فريمان بقوله: «يستطيع الرجال العقلاء والمنتقدون من أمثال هارولد براون وماكنمارا أن يروا بسهولة أن التطبيقات العسكرية لمشروع أوريون إما أنها غير منطقية وزائفة أو أنها بكل تأكيد غير مرغوبة». فكان المشروع يطلب للمراجعة كل بضعة أشهر أمام هيئة استشارية أو أخرى، ثم تصدر توصيات إثر المراجعة تكون عموماً هي نفسها: الناحية العلمية فيه سليمة إنما التطبيق غير واضح.

ومن جهة أخرى، توصّل المجلس الاستشاري العلمي لقيادة القوى الجوية إلى استنتاج عام 1964 مفاده: «توجد احتمالات مؤكّدة بأنه سوف تظهر



منشأة تجارب مبتكرة لمواد عالية التفجير قام بتصميمها هانز أمتمان وإد داي عام ١٩٦٤ بحيث تتيح إجراء تجربة أرضية لمحرك مركبة أوريون قياس ١٠م وبنبضة واحدة في الثانية.

في المستقبل حاجة واضحة وضوح الشمس لنظام دفعي يتضمن وحدة دفع نوعي عالية، واندفاعاً عالي القوة. وعندم تبرز هذه الحاجة فسوف يكون من المرغوب فيه أن يكون لدينا نهج واحد على الأقل يتميز بالبحث والتطوير المتقدمين، وذلك لكي يتاح للولايات المتحدة أن تمضي قدماً إلى الأمام نحو هذا الهدف بسرعة وثقة. ومشروع أوريون واحد من هذه الأفكار التي تحمل وعداً بتحقيق هذه الغاية. لهذه الأسباب جميعاً يشعر غالبية أعضاء المجلس بضرورة اتخاذ قرار يقضي بمتابعة مشروع أوريون لينتقل نحو خطوته المنطقية التالية. وإن برزت الحاجة لهذا المشروع في المستقبل فإن المجلس يرى أن هذه الحاجة يرجح أن تكون في الاستكشاف السلمي للفضاء، كما هي حتماً في الاستخدام العسكري للفضاء. ولهذا السبب يشعر المجلس أن رعاية مشروع أوريون (أو تمويله) يجب أن تأتي من ناسا ومن قيادة القوى الجوية مجتمعين،

لذا فإن المجلس يرفع توصيته بأن تسعى القوى الجوية نحو إحداث هذا التغيير».

على أثر ذلك عُقدت سلسلة من الاجتماعات فيما بين 13 و16 من كانون الثاني/ يناير في هنتسفيل حضرها مسؤولون من ناسا ومن مركز الأسلحة الخاصة وشركة جنرال أتوميك. وقيل لمسؤولي ناسا إن «السنة المالية 1965 تمثّل «نهاية الخط» بالنسبة لأوريون في ظل التطوير الاستطلاعي». وأن القوى الجوية سوف تقترح برنامج تطوير أكثر تقدّماً لمشروع أوريون للسنة المالية 1966، ولكن، لكي تضمن موافقة وزير الدفاع ينبغي على الإدارة المختصة بشؤون الفضاء أن تُعرب عن تأييدها القوي للبرنامج». وكانت النتيجة «تأييداً مطلقاً من الدكتور فون براون في مواجهة معارضة لا تلين من السيد فينغر». وخلصت اجتماعات هنتسفيل إلى نتيجة تستند إلى دراسات لمهام المشروع تمت خلال الشهور الستة المنصرمة، مفادها أن فكرة كون أوريون سوف يجتاز مشروع روفر Rover/ NLRVA بمراحل لن يكون لها أدنى أثر لدى هيو درايدن Hugh Dryden نائب المدير في ناسا، أو لدى مدير ناسا جيمس ويب James Webb أو لدى مكتب الدفع النووي الفضائي المشترك بين هيئة الطاقة الذرّيّة وناسا. غير أن مكتب التحليق الفضائي المأهول OMSF في ناسا أيّد موقف هنتسفيل وفون براون. والجدير بالذكر أن رئيس هذا المكتب هو جورج مولر George E. Mueller المعروف بأنّه مهندس برنامج أبوللو. وفي هذا يقول نانس Nance: «كانت المعركة في الداخل شديدة القسوة وصراعاً في المصالح فيما بين مكتب التحليق الفضائي المأهول OMSF والصواريخ النووية (وإدارة ناسا). فقد كانت القناعة لدى مكتب التحليق الفضائي المأهول أن مشروع أوريون سجّل درجات أفضل كثيراً من أي منظومة دفع تجري دراستها في كل معيار من معايير الأهمية العملية الخاصة بالمهام. وبالتالي خرج درايدن وفينغر من هذا الصراع منتصرين وهزم مولر وفون براون.

وهكذا، وبعد أن استسلمت لناسا، بدأت القوى الجوية تحضيراتها لإغلاق كل شيء. فقد جاء في طلب رفعه مركز الأسلحة الخاصة للحصول على مبلغ 2820000 دولار لإغلاق ملف مشروع أوريون «طبقاً لتوجيهات القيادة، في سلاح الجو الأمريكي، يقصد بالمجهود المقترح التوصّل إلى وقف منطقي في نهاية السنة المالية 1964. إن النتيجة النهائية لهذه الاعتمادات سلسلة متكاملة من التقارير التي تلخص نتائج كافة البحوث السابقة حول الدفع النووي ووضعها في كتيب يحوي كل التفاصيل، الغاية منه الحفاظ على المعلومات الأساسية الخاصة بهذا المشروع بصيغة جيدة التنظيم بحيث يمكن العودة إليها مستقبلاً بعد توقفها الحالي ودون أن تفقد شيئاً من استمراريتها».

في غضون ذلك، لم يتوقف تيد عن محاولاته لكسب تأييد البنتاغون يعاونه في ذلك عدد من مؤيدي المشروع في مركز الأسلحة الخاصة، وبالتزامن مع هذه المحاولات بذل نانس Nance جهوده لكسب تأييد ناسا. تقول بعض المصادر العليمة ببواطن الأمور: «كان بمقدور القوى الجوية وجنرال أتوميك أن يحصلا على تأييد قوي داخل وزارة الدفاع. لكن هذه الوزارة ما زالت تشعر أنّها لا تستطيع متابعة دعمها لهذا المجهود دون وجود حاجة عسكرية في الفضاء في نهاية المطاف. لكنها باركت جهداً مقترحاً تقوم به ناسا وهيئة الطاقة الذرّيّة بصورة مشتركة».

فاقترحت جنرال أتوميك بالتعاون مع مركز الأسلحة الخاصة متابعة البحوث لمدة عامين لإثبات صحة المبدأ، بحيث تتضمن ثلاث تجارب نووية تحت الأرض، وبكلفة إجمالية قدرها 12 مليون دولار تدفع في السنتين الماليّين 1966 و1967. وطلب إلى وزارة الدفاع أن تساهم بمبلغ 8 ملايين دولار على أن تكون الأربعة ملايين من هيئة الطاقة الذرّيّة. أجابت وزارة الدفاع إنها على استعداد للمساهمة بنصف المبلغ المطلوب شريطة أن تتحمّل هيئة الطاقة الذرّيّة النصف الباقي. لكن هذه الأخيرة رفضت تقديم أي تمويل، إلاّ أنّها

أكّدت موقفها بأنها على استعداد لتقديم القنابل إذا وافقت وزارة الدفاع وناسا على التعاون معها في مشروع أوريون. يقول وليام أوغل William Ogle مدير التجارب معلّقاً على جوابها: «كانت لوس ألاموس على استعداد للتحدّث معها، لكنها عموماً اتخذت الموقف المتمثل بـ«أعطونا الأموال ونحن ننفذ»» إذن، كان مصير أوريون في أيدي ناسا. وهذا ما يؤكده تقرير نُشر في صحيفة Missile/Space Daily يقول: «كان من نتيجة الموقف الذي تبنّته وزارة الدفاع وهيئة الطاقة الذرّية أن تعلّق مصير البرنامج على ناسا باعتبارها الجهة الوحيدة التي بيدها أن تسوغ مهمة تقتضي مركبة بدفع من نبضة نووية. فقد ذكر مصدر في وزارة الدفاع: «إذا قالت ناسا لا، انتهى المشروع»».

في هذه الأثناء كسب مشروع أوريون تأييداً قوياً ليس فقط من جانب مركز مارشال للتحليق الفضائي في هنتسفيل التابع لناسا، بل وأيضاً من جانب مركز أيمز Ames للبحوث في كاليفورنيا التابع لناسا أيضاً، والذي صدر عنه تقرير إيجابي عن دراسة موازية أجريت لأوريون. لكن المواجهة الحاسمة حصلت في السابع عشر من تموز/ يوليو عام 1964 في مختبر لورنس للإشعاعات في ليفرمور بكاليفورنيا عندما قدمت إيجازات عن مشروع أوريون قام بها أمام مسؤولي ناسا موظفون من القوى الجوية ولوس ألاموس وجنرال أتوميك. ولكن قبل هذه الاجتماعات وزّع هيو درايدن مذكرة تلخص «الموقف الرسمي» لناسا، جاء فيها «بالنظر لعدم كفاية التمويل لدى ناسا في كلا السنتين الماليتين 1964 و1965 يتعين علينا أن نستغني عن عدد من المشاريع الهامة التي باعتقادنا تتيح لنا إمكانيات أقرب للانتفاع مما يتيحه مشروع أوريون. لذلك فإننا لا نتوقع القيام بأي مجهود للمتابعة في هذا الصدد في أي من السنتين الماليتين المذكورتين».

وقد أوضحت القوى الجوية خلال هذه اللقاءات: «أن الغاية من الاجتماع تعريف مندوبي ناسا على الوضع الحالي لمشروع أوريون والخطط المستقبلية

المقترحة والسعي للحصول على اهتمام وتأييد هذه الوكالة للمشروع. واستناداً إلى الآراء التي قدّمها مندوبو ناسا، فمن الواضح أن الجزء الأخير من هذه الغاية لم يتحقّق. لذلك فإننا لا نتوقع أن تقوم ناسا بأي عمل مستقبلي يحمل في ثناياه اهتماماً أو تأييداً للفكرة التي بُني المشروع على أساسها». على أثر ذلك توجّهت القوى الجوية إلى جنرال أتوميك طالبة إليها تقديرات «للحد الأدنى» من التكلفة في سبيل الحفاظ على مجهود «في حده الأدنى وإنما يحمل معنى مفيداً». فأجابت جنرال أتوميك مبينة أن التكاليف دون تجارب نووية تتراوح بين نصف مليون إلى مليون دولار. وبحسب ما روته مجلة Aviation Week «تقدمت القوى الجوية إلى ناسا ـ وبصورة غير رسمية هذه المرة ـ باقتراح وسط يقضي بأن تتقاسم الجهتان هذه الكلفة ويدفع كل فريق منهما مبلغ نصف مليون دولار من أجل استمرارية المشروع للسنة المالية 1966. ومرة أخرى رفضت ناسا ذلك الاقتراح». وقد نشرت مجلة Missiles and Rockets على لسان أحد المسؤولين في ناسا قوله: «ربما يكون مشروع أوريون الفكرة الوحيدة التي لدينا الآن والتي تتيح القيام برحلات مأهولة إلى كواكب غير المريخ». كما جاء على لسان مصدر وثيق الاطلاع قوله «لا يتوقع المرء أن يشاهد مثل هذا الغضب الشديد يتزايد لسبب تافه مثل هذا إلاّ إذا كان بعض الناس يخشون نجاح عمل النبضة النووية».

وهكذا نجد الأمل يتضاءل حتى ليكاد يتلاشى. فقد جاء فيما كتبه تيد في أوائل شهر تموز/ يوليو: «وما لم يغير جيم ويب وهارولد براون رأيهما خلال الشهرين القادمين، فإن مشروع أوريون سوف يمحى من لائحة المشاريع الحكومية اعتباراً من الأول من كانون الثاني/ يناير السنة القادمة» ذلك أننا وصلنا الآن إلى مرحلة نرى فيها الأموال ترصد من أجل معرفة تأثيرات الأسلحة النووية، أكثر مما يرصد من أموال لمشروع أوريون». وكان تيد الذي جاء تعيينه في هذه الأثناء رئيساً لدائرة تحمل اسم «دائرة دينامية السوائل عالية الطاقة» أحدثتها مؤخراً شركة جنرال أتوميك، قد قرّر التنحي عن العمل لفترة قصيرة

للراحة. وقد ذهب في إجازة مصطحباً أسرته وأطفاله الأربعة وكلهم إلى منابع نهر سان جواكين San Joaquin قرب بحيرة هنتغتون في سييرا نيفادا حيث استقر بهم المقام في مخيم بعيد عن الناس. يروي لنا أنه بعد قضاء بضعة أيام «وكنا نحضر طعام الفطور عندما جاء رجل حديث السن تبدو عليه أسمال ممزقة ويحمل معطفه على ذراعه وبيده مغلف كبير، وبداخل هذا المغلف رسالة تدعوني لزيارة هارولد براون والجنرال دونيللي Donnelly في البنتاغون بخصوص عمل». كان هذا الرسول دان بيكر Dan Baker مساعد آلات رولاندر Art Rolander محامي شركة جنرال أتوميك في واشنطن. «ويبدو أنه عانى كثيراً حتى وصل. وقد اعترضته في طريقه أفعى ذات الأجراس ظن أنها ستقضي عليه، لكنه وصل وسلّم الرسالة، قدمنا له بعض الفطائر وعاد أدراجه عبر ذلك المنحنى إلى الطريق الرئيسية».

كان العمل المعروض عليه منصب نائب المدير (للشؤون العلمية) لوكالة الدعم الذري الدفاعي «داسا» (Defense Atomic Support Agency-DASA) وهي القسم المختص في البنتاغون بكل ما هو نووي ابتداء من مخزون الأسلحة وتجاربها وحتى الأعمال النظرية الخاصة بتأثيراتها. وفي هذا يقول: «وقد قالوا لي بالنتيجة «إن لم يعجبك ما نقوم به من عمل فتعال وأصلحه»». وبتشجيع من جنرال أتوميك قبل تيد هذا المنصب، وتخلّى عن خياراته الأولية وانتقل هو وأسرته للإقامة في واشنطن، حيث يقول: «كان منصباً جديداً فيه يعطى شخص مدني السلطة على أقسام البحوث والتطوير وتأثيرات الأسلحة، منحت رتبة جنرال بنجمتين داخل البنتاغون». ووضع خطة أخيرة في محاولة منه لإنقاذ مشروع أوريون وكانت الخطة ذاتها التي اقترحها نيلز بوهر Niels Bohr منذ خمس سنوات مضت عندما التقيا في فندق ديل شارو Hotel Del Charro.

لقد واجه المشروع إلى جانب كل تلك المعارضة من ناسا ومن مديرية البحوث والهندسة الدفاعية معاهدة حظر التجارب المحدودة لعام 1963 التي

تجعل من المستحيل إجراء تجارب تحليق لأوريون باستخدام القنابل الحقيقية. لكن هذه المعاهدة، كما يقول بول شيبس Paul Shipps في مذكرة كتبها في آذار/ مارس عام 1965 «تنص على إجراءات معينة تتيح إجراء تعديل عليها. والواضح أن روح هذه المعاهدة لا توحي بمنع تطوير الدفع الفضائي المتقدّم ولا تقف حائلاً أمام الاكتشافات العلمية للفضاء». وإذا كانت القوى الجوية لا تستطيع تسويغ إطلاق أوريون ضد الروس، فلماذا لا تفعل ذلك معهم؟ وهذا ما أوضحه تيد بقوله: «باعتقادنا نحن الذين نعمل بهذا المشروع أن الأفضل متابعته خلال تلك المراحل من التجارب التي لا تحظرها المعاهدة، ذلك أننا على قناعة أكيدة بأن الجوانب العملية لهذه الفكرة يمكن اختبارها بهذه الطريقة بكل التفاصيل. وكنا نقول إذا نجحت هذه التجارب فسوف يكون لدى الولايات المتحدة أساس متين لاقتراح ما نصبو إليه طيلة هذه المدة، ألا وهو جهد دولي بحق وحقيق لاكتشاف الفضاء على نطاق واسع جداً».

يذكر تيد أنّه ذات يوم تقدّم بذريعة غنية بالعواطف يحث فيها على متابعة المشروع تستند إلى فكرة أن مشروع أبوللو الذي كان بعيد المنال عام 1965 قد وصل إلى طريق مسدود. فإن بدا لنا أنّه عملي بعد ثلاثة أعوام من العمل الجاد، نستطيع أن نتابع المشروع بالتعاون مع الروس من خلال رحلة ذهاب وعودة إلى المريخ بالاستعانة بصاروخ ساترن (5) الذي ينقل محرك أوريون على دفعتين أو ثلاث دفعات تلتقي جميعاً في مدار حول الأرض حيث يتم تجميعها ومن ثم الابتعاد إلى أبعد مسافة ممكنة وبذلك لن يكون ثمة خطر تساقط مواد غنية بالإشعاع إلى الأرض. وستكون المركبة في طريقها إلى المريخ منطلقة بسرعة الانفلات من الجاذبية قبل أن تستخدم المواد النووية». غير أن رحلة أوريون الأمريكية الروسية المشتركة التي كان يؤمن بها نيلز بوهر ـ المتوفى في تشرين الثاني/ نوفمبر 1962 ـ وآخرون كان يمكن أن يكون لها حظ من النجاح لو أن موضوع انفجارات الأسلحة ونشرها في الفضاء الخارجي قد حُسم. وقد ورد حديث في مذكرات أندريه زاخاروف يصف «اجتماعاً عقده خروتشيف

بتاريخ العاشر من تموز/ يوليو عام 1961 بين قادة حزبيين وحكوميين وعلماء الذرة». يقول زاخاروف: «ومضيت أصف لهم بعض مشاريع دائرتي التي أعتبرها بعضهم شديدة الغرابة، مثل استخدام التفجيرات النووية في دفع المركبات الفضائية وغير ذلك من مشاريع «الخيال العلمي»». وفي وقت لاحق ليس ببعيد التقى تيد بعالِم ذرة سوفياتي في فيينا، فلاديمير شميليف Vladimir Shmelev من معهد كورشاتوف Kurchatov Institute وتطورت بينهما صداقة حميمة. وقد أقر شميليف أنّه كان يراقب عن كثب ما كانت تفعله جماعة أوريون، ولكن على حد علم تيد لم تطور أسرة السلاح السوفياتية أية منظومة ترقى إلى مستوى أوريون رداً على هذا المشروع.

غير أن بعض التطورات حصلت في مطلع عام 1965 كانت لصالح مشروع أوريون. فقد نجح نانس Nance في رفع السرية عن الإمكانات العملياتية الأساسية لمركبات أوريون الأصغر حجماً والتي تدفع إلى الفضاء بصواريخ ساترن، مما أتاح مناقشات عامة وعلانية محدودة لهذه الفكرة أمام الجمهور وفي المطبوعات مع استبعاد الدخول في التفاصيل الفنّيّة. كما أفلح تيد في تأمين التزام من داسا Dasa لدعم تجربة نووية تحت أرضية واحدة على الأقل. وتنامى التصميم داخل ناسا للبحث في أمر رحلات فضائية مأهولة إلى مسافات أبعد من القمر، بالإضافة إلى الاعتراف الرسمي بأن المركبات المتوفرة غير مؤهلة للقيام بهذه الرحلات. فقد نشرت صحيفة Missile/ Space Daily اليومية تقريراً عن تجدّد الاهتمام بمشروع أوريون جاء فيه: "يبدو أن ثمة شعوراً متنامياً داخل ناسا بأن رحلات إلى المريخ تستغرق 400 ـ 500 يوم طويلة جداً أكثر مما ينبغي وذلك من منطلق الوثوقية والصحة العقلية للطاقم الفضائي».

وقد وجد تيد حليفاً له في شخص المقدم جون بيرك John R. Burke في قسم الطاقة النووية التابع للقوى الجوية والذي كان يعمل قبل مجيئه في مشروع الطائرات ذات الدفع النووي، كما كان مستشاراً لدى هاري فينغر حول تأثيرات

الإشعاع. وقد أدرك بيرك الذي انتقل للعمل فيما بعد لدى ناسا الأسباب التي دعت فينغر لمعارضة أوريون، حيث يقول: «لا تلمه، فله عمله ومنصبه في ناسا القائمان على محرّك NERVA» ـ لكنه في الوقت ذاته وقف إلى جانب مشروع أوريون لأن هذا المشروع كما يقول «يشتمل على إمكانات أكبر كثيراً من NERVA، وكان المشروعان على أرض الواقع في المرحلة ذاتها من التطوير».

في شهر كانون الثاني/ يناير من عام 1965 تحدّث بيرك مدافعاً عن المشروع حيث قال: «ليس أوريون مجرد نظام دفعي متطور «آخر» فقط. فكل تقييم أجرته وزارة الدفاع/ القوى الجوية خلال الأعوام الثلاثة الماضية كان عملياً يتوصّل إلى استنتاج أن هذا المشروع يقدّم الإمكانية الوحيدة لرحلات أبعد من تلك التي كان يمكن تحقيقها بالدفع الصاروخي الكيماوي أو النووي. وتشير النتائج إلى أسلوب في قطع المسافات الكونية بسرعة عالية أفضل كثيراً من أية منهجية أخرى نعرفها اليوم. ومع أن وزارة الدفاع تؤيد هذه الفكرة على اعتبار أنّها فكرة صحيحة وسليمة على الصعيد التقني، إلا أن هذه الوزارة ومعها سلاح الجو لا تستطيع مواصلة دعم هذا البرنامج دون دعم من ناسا. لذلك من المفترض أن تتوقف جميع الأعمال المتعلقة بتكنولوجيا أوريون في شهر نيسان/ أبريل عام 1965».

والجدير ذكره أن مستقبل أوريون كان يتوقف على إجراء تجربة نووية لمعرفة ما إذا كانت التوقعات الخاصة بالتآكل صحيحة أم لا. فقد صمّم تيد تايلور ومو شارف Moe Scharff قنبلة نووية ذات مردود منخفض، أسمياها Low Energy Nuclear Source-LENS، تطلق نفاثاً من البلازما عالي السرعة على عينة من الصفيحة الدافعة: أي نسخة نووية من أنابيب انفجار داخلي لمواد عالية التفجّر عمل برايان دان على تطويرها. تقضي الفكرة بتوجيه طاقة تعادل نحو مائة طن من مادة متفجرة نحو صفيحة دافع قطرها ثمانية أقدام تبعد مسافة 20 قدماً، فتعطي بالنهاية بعض الدلالات فيما إذا كان التآكل مستديماً أم لا.

ذات يوم بعث تيد برسالة إلى فريمان قول فيها: «حتى هارولد براون كان على استعداد للموافقة». لقد كان الاقتراح ضمن نطاق مسؤولية داسا DASA المباشرة، وفي الوقت نفسه ضمن إطار معاهدة حظر التجارب النووية، لذلك يستطيع كل شخص أن ينضم إلى الركب. يروي تيد ذكرياته عن تلك الفترة الحرجة فيقول: «جاءت لحظة من الزمن، نحو ستة أسابيع، كانت فيها ناسا وهيئة الطاقة الذرّيّة والمسؤولون الذين يتابعون مشروع أوريون موافقين على تمويل برنامج لإجراء جميع التجارب تحت الأرض، ودون محاولة إجراء تحليق لنموذج واحد أو أي شيء كهذا، تجربة واحدة فقط لاختبار قدرتنا على التنبؤ بتأثير هذه المادة عندما ترتطم بالصفيحة الدافعة. وقد تقدمت جنرال أتوميك باقتراح من أجل برنامج لثلاث سنوات يوضح النواحي العملية. وإذا نجح البرنامج بحيث تبدو الأمور جيدة لصالح أوريون كما كانت في بادئ الأمر، عندئذ نتوجه إلى الروس قائلين لهم «دعونا نقوم بهذا العمل معاً». عندئذ تراجعت ناسا».

غير أن أسباب ذلك القرار السلبي، بحسب ما يقول نانس Nance الذي تحدث مع إيرل هيلبرن Earl Hilburn، نائب المدير في ناسا، ورغم "عدم وجود اعتراضات فنّيّة أو على المهام» تعود إلى «عدم وجود حاجة لدى ناسا لرحلات فضائيّة مأهولة»، كما تعود أيضاً إلى حقيقة مفادها «إذا أُريد إجراء توسع كبير، فذلك يقتضي قراراً سياسياً من الكونغرس، فهو ليس أمراً داخلياً بالنسبة لوكالة ناسا». وكان هذا القرار قريباً بكل المعايير. يقول بيرك: «هناك العديد من الأشخاص في هتشفيل يؤيدون أوريون، وقلة قليلة في القيادة. لكنهم جميعاً، مثل غيرهم، كانوا مقيدي اليدين. وتلك هي النهاية. لقد كان هاري رجلاً ذكياً ومقتدراً ويعرف كيف يسيّر أموره في ناسا، وغيرها من الأماكن. ففاز وخسرنا».

في شهر شباط/ فبراير 1965 خفض عدد العاملين في مشروع أوريون

لدى جنرال أتوميك إلى تسعة فقط و«أغلق ملف البحوث الرسمية لهذا المشروع». والجهد الوحيد المتبقي أمامهم انحصر بإغلاق السجلات ووضع التقرير النهائي. وبتاريخ 30 حزيران/ يونيو 1965 أصدر الرائد جون بيرغا John O Berga من مخبر الأسلحة التابع للقيادة الجوية تقريراً مقتضباً بصفحة واحدة بعنوان «تغيير الخطة»، جاء فيه: «الهدف: التأكد من الجدوى الكامنة في الدفع النووي والحفاظ على استمراريته في تكنولوجيات الدفع النووي الأخرى. النتيجة: لا شيء. إذن ينهى العمل بالمشروع». وكان هذا التقرير خاتمة مشروع أوريون.

في غضون ذلك، أكمل فريمان مرثيته للمشروع في الأول من آذار/ مارس، ونُشرت بعد أربعة أشهر في مجلة Science تحت عنوان «موت مشروع: توقف البحوث في منظومة للدفع الفضائي حطمت جميع قواعد اللعبة السياسية». أوجز فيها المجالات التي نجح فيها المشروع والأسباب التي أدت إلى إخفاقه. كما بعث برسالة توضيحية إلى ستان أولام يقول فيها: «أدرك الآن أنه لا توجد فرصة على الإطلاق لإنقاذ مشروع أوريون. لكن همّي الوحيد أن أتأكد بأن الجماهير تعرف ما حصل وذلك بغية أن يكونوا على استعداد للعودة إلى هذه الأفكار عندما يحين الوقت».

وبعث بنسخة عنها إلى روبرت أوبنهايمر وصفها بأنها «جزء من الجواب على السؤال» ماذا يفعل كريستوفر روبن في الصباح؟»». وفي ذلك إشارة إلى الأيام الأولى من العمل بالمشروع عندما كان يتغيب عن المعهد في برنستون ولم يعرف أحد أسباب تغيبه، مثلما لم يعرف أحد أسباب تغيب كريستوفر روبن عن الغابة التي مساحتها 100 فدان. وقد جاء فيها «أعتقد أنك تعرف ذلك المزيج من المعرفة التقنية والبراعة السياسية الذي به جئنا إلى سان دييغو عام 1958، هو نفسه المزيج المماثل لوضع لوس ألاموس عام 1943. يتعين على المرء أن يتعلم الحكمة السياسية من خلال النجاح والفشل. ولست أدري هل أنا مسرور أم نادم لأننا نجونا من مسؤوليات النجاح».

تحدَّث فريمان في بعض ما كتبه عن المشروع قائلاً: «أولئك الرجال الذين انطلقوا بالمشروع عام 1958 كانوا يهدفون إلى تكوين نظام دفعي يكون مكافئاً للمهمة الحقيقية الهادفة إلى استكشاف المشروع الشمسية بتكاليف مقبولة من الناحية السياسية. ويعتقدون أنهم قد بيّنوا للجميع طريقة فعلها». ولكن بعد أن انتهى كل ذلك النشاط والحماس «لم يعد ثمة حديث شجاع عن رحلات مأهولة إلى المريخ مع حلول عام 1965 والوصول إلى الحلقات المحيطة بالكوكب زحل قبيل عام 1970. ماذا يحل بنا لو أن الحكومة قدّمت لنا دعمها الكلي عام 1959 مثلما فعلت إزاء مجموعة مماثلة من الهواة العاملين في لوس ألاموس عام 1943؟ هل نكون قد توصلنا الآن إلى صنع نظام نقل سريع يمتد عبر المجموعة الشمسية بأسرها؟ أم هل نحن محظوظون بأن نحتفظ بأحلامنا؟

24

2001

«تفصل العقد الأولى عن العقد الأخير من القرن العشرين فجوة هائلة في عمقها واتساعها لا يستطيع المرء أن يتصورها مهما جمح به خياله. إنها تلك الفجوة الفاصلة بين مسحوق البارود والقنبلة النووية، وبين طريقة مورس بإرسال الرسائل المشفرة وأنظمة التلفزة العالمية عبر الأقمار الصناعية. وأهم من ذلك كله، إنها الفجوة الفاصلة بين ذلك التحليق الأول لمسافة مائة قدم في كيتي هوك Kitty Hawk وأول رحلة فضائيّة تقطع مليارات الأميال إلى أقمار كوكب المشتري»، هذا ما كتبه آرثر كلارك Arthur C. Clarke عام 1964.

كان كلارك في سيلان وقد غادرها إلى نيويورك في نيسان/ أبريل عام 1964 ليتعاون مع المخرج السينمائي ستانلي كوبريك Stanley Kubrick الذي كان لتوه قد عرض رائعته التي تُعتبر أروع ما قدم في ظل الحرب الباردة «الدكتور سترينج لف، أو كيف تعلمت أن أحب القنبلة وأدع القلق جانباً». وكان كوبريك في ذلك الحين يعمل في مشروع فيلم جديد تحت عنوان مؤقت «رحلة إلى ما وراء النجوم» وكلّف كلارك بكتابة رواية تشكّل خلفية لم يستطع أن يغطيها الفيلم المليء بالغموض المحيط بالتواصل مع ذكاء غريب حقاً. يقول كلارك: «أحسست أن الرواية حين تظهر سوف تحمل «اسمي آرثر كلارك وستانلي كوبريك، استناداً إلى سيناريو فيلم من إنتاج ستانلي كوبريك وآرثر كلارك» ـ

بينما يحمل الفيلم الأسماء على عكس ذلك». وبينما كان هذان الرجلان يرسمان مخطط رحلة رائد الفضاء دافيد باومان ومركبته الفضائية ديسكفري Discovery، كان مشروع أوريون يقترب من نهايته.

بتاريخ 5 تشرين الأول/ أكتوبر عام 1964 أصدرت جنرال أتوميك تقريراً غير سرّي يقع في أربع عشرة صفحة ويحمل العنوان «الدفع بالنبضة النووية» وضعه جيمس نانس، يوضح المبادئ الأساسية لمشروع أوريون دون التطرّق إلى أي من المواصفات الخاصة مثل الحجم والمردود الانفجاري ومسافة التفجير وعدد القنابل. ثم أتبع هذا التقرير بتاريخ 19 آذار/ مارس 1965 بدراسة تقع في ثلاث وثلاثين صفحة أعدّها بول شيبس Paul Shipps بعنوان: «إمكانية الاكتشاف المأهول للكون باستخدام الدفع بالنبضة النووية» وقدمت في المؤتمر الثاني حول الفضاء الذي نظمه مجلس الجمعيات التقنية في كانافيرال في الفترة 5 ـ 7 نيسان/ أبريل عام 1965. وكان نانس يعشم نفسه بأمل أن تؤدي هذه المناقشات المفتوحة للمشروع إلى عملية إنقاذ في اللحظة الأخيرة، ولكن فات أوان أي نفوذ يبذل لدى منفذي حكم الإعدام القادمين من ناسا. لكن الأوان لم يفت عند من لهم نفوذ لدى كلارك وكوبريك.

يقول كلارك: «عندما بدأنا العمل في فيلم «2001» كان غطاء السرّية قد رُفع عن بعض وثائق أوريون، وقد نقلها إلينا بعض العلماء الذين أغضبهم موت المشروع». ورد في مذكرات كلارك المؤرخة في 26 تشرين الأول/ أكتوبر 1965 حين كان الفيلم الذي أصبح عنوانه «2001: ـ رحلة فضائية» في مرحلة الإنتاج بأستوديوهات MGM في بورهام وود Boreham Wood قرب لندن، ما يلي: «مناقشات مع ستانلي حول آخر فكرة طرحها، وهي أن المركبة ديسكفري يجب أن تعمل بقوة دفع من نبضة نووية. قرأت لتوي تقريراً رفعت عنه السرية حول هذه الطريقة وقد أعجبني كثيراً، غير أن المسؤولين عن التصميم كانوا إلى حد ما منزعجين». وفاز رأي المصممين. وهكذا نجد أن مركبة أوريون ظلّت

على قيد الحياة في فيلم من إخراج كوبريك، اسماً فقط دون ما يحمله هذا الاسم من علوم فيزيائية. يقول كلارك بعد ستة وثلاثين عاماً: «أعتقد أن السبب الرئيسي الذي جعل ستانلي ينأى بنفسه عن الأسلوب العلمي لأوريون إحساسه بأنّه نال ما يكفيه من القنابل الذرّيّة بعد أن انتهى من فيلمه «الدكتور سترينج لف»» غير أننا نجد الوصف التالي لمركبة ديسكفري في نسخة أولى لسيناريو الفيلم يتحدث عن دخولها للمشهد:

> «ديسكفري تبعد نحو مليون ميل عن الأرض. نرى الأرض والقمر صغيرين جداً. نرى وميضاً يعمي الأبصار كل خمس ثوان صادراً عن دفع النبضة النووية. يرتطم هذا الوميض بالصفيحة الذيلية السميكة للمركبة المعرّضة للتآكل».

وواقع الأمر أن كوبريك قد أُعجب بقصة قصيرة كتبها كلارك عام 1950 بعنوان «الخفير» تتحدّث عن قطعة فنية جميلة اكتُشفت على سطح القمر ثم تبيّن أنّها ترصد وتراقب المجموعة الشمسية بحثاً عن إشارات قد تدل على ظهور تكنولوجيا متطورة خاصة بالدفع الفضائي ـ وبأن هذا الاختراع لم يطفئ حضارتنا. يتضمن السيناريو الأصلي للفيلم وصفاً لمركبة أوريون تخلف وراءها ذيلاً من الانفجارات النووية تسطع على خلفية سوداء من الفضاء الكوني وتقرع ناقوس الخطر ويتحدّث الراوي:

> «الراوي: على بُعد مائة مليون فيما وراء المريخ وفي وحشة عتمة باردة حيث لم تطأ قدم إنسان يشق «الرقيب الفضائي ـ 70» طريقه بتؤدة بين مدارات متشابكة للكويكبات.
>
> رصدت حساسات الإشعاع الأشعة الكونية القادمة من المجرة ومن أماكن أُخرى فيما وراءها وحللتها.

والتلسكوبات النيوترونية والأشعة السينية تابعت مراقبتها لنجوم غريبة بعيدة لا يمكن لعين الإنسان أن تراها. ومقاييس شدة المجالات المغناطيسية رصدت عواصف الرياح الشمسية كلما أطلقت الشمس في وجوه أطفالها الذين يدورون حولها ريحاً قوية من البلازما تنطلق بسرعة مليون ميل بالساعة.

كل هذه الأشياء، وكثير غيرها، رصدها بكل صبر وأناة «الرقيب الفضائي 79» وسجلها في ذاكرته الكريستالية.

لكن هذا الرقيب شاهد شيئاً غريباً الآن. لقد رصد اضطراباً خافتاً لا يمكن أن يخطىء به يتماوج عبر المجموعة الشمسية لا يشبه شيء من الظواهر الطبيعية المشاهدة في الماضي على الإطلاق.

ورصده أيضاً Orbiter M-15 الذي يدور حول المريخ ويكمل دورتين في اليوم، كما لاحظه المسبار High Inchination Probe 21 الذي يصعد بطيئاً فوق مستوى دائرة البروج، وحتى القمر الصناعي كوميت -Comet 5 رصده وسجّله وهو ينطلق سريعاً نحو تلك القفار الباردة فيما وراء الكوكب بلوتو في مدار لن يبلغ أقصى نقطة فيه في ألف عام.

كل هذه الأشياء رصدت ولاحظت ذلك الاندفاع الغريب للطاقة المنبعثة عن سطح القمر وتتجه عبر المجموعة الشمسية تلقي رذاذاً من الإشعاع شبيهاً بالأثر الذي يخلفه في الماء قارب بخاري سريع».

تنتهي رحلة المركبة ديسكفري في الفيلم عند كوكب المشتري، لكنها في القصّة تتابع مسيرها لتبلغ كوكب زحل مستفيدة من العون الذي تقدّمه الجاذبية. يقول كلارك: «قضى ستانلي وفريق العمل الخاص بالمؤثرات الصوتية وقتاً طويلاً يشتغلون على الكوكب زحل. ولكن كلما توخينا الدقّة أكثر في تمثيل ذلك العالم الغريب بدا أقل قبولاً للتصديق». فالطبيعة هي التي تتحدّى الخيال في عام 1965 وليس التكنولوجيا. وعندما بدأ عرض الفيلم عام 1968 بدا كل ما فيه مقبولاً ويلقى الاستحسان ابتداء من ديسكفري المنطلقة عبر الكواكب السيارة، والمكوك الفضائي الذي ينقل المسافرين بين الأرض والمدار، والمحطة الفضائية الدائرية وحتى تلك المستوطنات القمرية. وقد أوضحت رواية كلارك أن «أول مستعمرة دائمة قد أُقيمت على سطح القمر قبل انتهاء عقد السبعينيات. وقد خفضت تكاليف السفر الفضائي إلى عُشر ما كانت عليه، وسوف تخفض إلى عشر الرقم الجديد باستخدام الطاقة النووية. وذلك العصر الوجيز للصواريخ العملاقة التي لا تقوم إلاّ برحلة واحدة فقط قد أشرف على نهايته».

كانت رؤية تيد تايلور للعام 2001 تشبه إلى حد كبير رؤية كلارك. فقد تحدث ذات يوم من أيام شهر تشرين الأول/ أكتوبر عام 1961 أمام جمهور من الحضور في لاس فيغاس قائلاً: «كانت الطبيعة رحيمة مع أولئك الذين يحلمون باستكشاف الفضاء على نطاق واسع جداً وفي حياتنا نحن المجتمعين في هذا المكان». وقال في مناسبة أُخرى عام 1962 أمام جمهور من الحضور في مدينة أوستن بولاية تكساس: «نحن دوماً ننزع إلى أن نبعد تفكيرنا عما سيحدث بعد أكثر من عقد من الزمان أو نحو ذلك، ونميل إلى التركيز والتفصيل على أساس ما فعلنا وليس على أساس ما نعرف». وفي الوقت الذي كان فيه كوبريك يقوم بتصوير فيلمه، كان تيد يطلق تحذيراته أمام جمع من الحضور في واشنطن قائلاً: «وما لم نقم بالعمل الفوري فمن المتوقع أن يتحول مشروع أبوللو إلى مشروع ضخم باهظ التكاليف ثم يصل إلى طريق مسدود ليس جديراً بالجهد

المبذول. يجب علينا أن نتخلى عن الفكرة القائلة بالتقدم البطيء والخطوة الصغيرة الواحدة في كل مرحلة».

غير أن أوريون يملك القدرة على اتخاذ الخطوات جميعاً بآن معاً. وهذا ما أوضحه تيد أمام الحضور في مؤتمر عُقد في فيينا عام 1966 حيث قال: «سوف يصبح من الممكن القيام باستكشاف كافة تفاصيل المجموعة الشمسية تقريباً بواسطة مركبات كبيرة ضخمة شبيهة بالسفن العابرة للمحيطات بعد التوصل إلى صنع نسخ من أوريون أكبر حجماً وأعلى أداء».

لقد أنفق على مشروع أوريون زهاء عشرة ملايين دولار في مدة لم تتجاوز ثمانية أعوام، كما أنفق مبلغ عشرة ملايين دولار خلال أربع سنوات على فيلم «2001» للمخرج كوبريك. وأما مشروع أبوللو، كما ذكر كلارك عام 1965، فقد كان يكلف خزينة ناسا مبلغ عشرة ملايين دولار في اليوم الواحد. ومن هنا تعليق فريمان عام 1969 في أعقاب أول هبوط على سطح القمر: «أبوللو يكلف الكثير ويفعل القليل. وحالما نشعر بالملل من هذا المشهد الرائع ونرغب الذهاب إلى ما وراء القمر، سوف نجد أنفسنا بحاجة لمركبات من نوع آخر». لكن أياً من الخطوتين التاليتين بعد أبوللو ـ وهما رحلة مأهولة إلى المريخ، أو إقامة قاعدة قمرية ـ لم يكتب لها التنفيذ. فالتكاليف بدأت تتزايد بأرقام فلكية، إنما المهام لما بعد أبوللو فلم تشهد أية زيادة.

نحن الآن في العام 2001، أي بعد تسعة وعشرين عاماً من أول زيارة إلى القمر. وقد لقي مشروع أوريون مصيره الذي لا يختلف البتة عن مصير الزعنفة الذيلية في السيارات. يقول فريمان: «نسي التاريخ أمر أوريون، ولن تكون إليه رجعة بعد الآن». ولكن ماذا أصاب المستقبل الذي بدا واعداً في عام 1958؟

توفي ستان أولام عام 1984 بعد أن كان أوريون مشروعه المفضل، رغم أن هذا المشروع كان يُعرف بأنه من اختراع تيللر وأولام. وكان قبل وفاته قريباً جداً إلى تيد الذي كان دوماً ينسب إليه الفضل في كل إسهاماته، لكنه ابتعد كثيراً

عن إدوارد تيللر الذي لم يعترف بفضل له. لم يداخله أي شك حول إمكانيات نجاح أوريون، بل ظل على الدوام يُمني نفسه «ببعث المشروع حياً، وهذا ما أؤمن بأنه سيحصل يوماً ما».

أما فريدي دي هوفمان فقد ترك شركة جنرال أتوميك في عام 1968 بعد أن نفد الدعم الذي تقدمه الشركة الأم جنرال دايناميكس لعلماء الفيزياء الذين يعملون لديه في شانغري لا Shangri-la. حيث أن القليل جداً من الاستخدامات السلمية للطاقة الذرّية أثبت نجاحاً كما كانت القنبلة. لقد راهن دي هوفمان على الاستخدام التجاري للمفاعل النووي ذي الحرارة العالية والتبريد الغازي، وخسر، وكان ذلك قبل الهبوط الحاد الذي أصاب معامل الطاقة النووية الكبرى. غير أن مفاعل تريغا TRIGA أثبت نجاحه لكونه صغير الحجم وسريع الأداء. وأما طبيعة العمل في الطاقة النووية فقد أجبرت المفاعل النووي ذي الحرارة العالية والتبريد الغازي لتكون كبيرة الحجم وبطيئة الأداء. وهكذا تراجع ذلك التفاؤل اللامحدود الذي أكتنف مشروع أوريون وبات جزءاً من الذاكرة، مثلما حصل لطراز السيارات ثندربرد Thunderbird المكشوفة لعام 1956 التي كانت تملأ ساحات وقوف السيارات أمام شركة جنرال أتوميك. وانتقل دي هوفمان للعمل مديراً لمعهد سالك Salk Institute حيث يتجمع علماء البيولوجيا، والكائن على جرف من الجروف المطلّة على هضبة توري باينز Torrey Pines. وتوفي في شهر تشرين الأول/ أكتوبر عام 1989. وكان قد قال في احتفالات الذكرى الثلاثين لشركة جنرال أتوميك عام 1985: «لا زلت أعتقد أن أوريون أفضل طريقة للذهاب إلى هناك».

في غضون ذلك أشترت شركة رويال داتش شل شركة غلف جنرال أتوميك التي تبدّل اسمها إلى شركة غلف إنرجي آند إنفايرونمنتال سيستمز Gulf Energy and Environmental Systems، وغيّرت اسمها إلى جنرال أتوميك، ثم باعتها إلى شركة شيفرون Chevron التي بدّلت اسمها ثانية ليصبح جي أيه

تكنولوجيز GA Technologies. لكن الشركة التي باتت تحمل اسم جنرال أتوميك صارت ملكاً منذ العام 1986 لـ نيل وليندن بلو Neal and Linden Blue. عندما كانت هذه الشركة جزءاً من شركة جنرال دايناميكس كان دي هوفمان يديرها كما لو كانت شركة تعود في ملكيتها لعائلة. وها هي ذي الآن شركة عائلية تملكها أسرة بلو Blue والأبناء ليندن وكارستن بلو Linden P. Blue and Karsten Blue، وتشعبت أعمالها فغدت تتضمن مشاريع مثل طائرات استطلاع بدون طيار وشبكات المعلومات والمغناطيس عالي الناقلية والحاسوب المتفوق وإزالة الجليد عن مهابط الطائرات والإلكترونيات الطبية ـ كما تشتمل مشاريعها على الأعما الدفاعية مثل تفكيك الأسلحة في الشرق والغرب. كما أنها تمتلك أكبر منشأة للتفاعل الاندماجي تحت السيطرة يملكه القطاع الخاص في الولايات المتحدة، وتعتمد في أعمالها هذه على أفكار تعود في تاريخها إلى تلك المناقشات التي دارت في مدرسة شارع برنارد في صيف عام 1956. كما تقوم الشركة إلى جانب ذلك بتوريد الكريات الصغرى (خردق) للوقود الهدف لكافة تجارب التفاعل الاندماجي المحصور بالقصور الذاتي. وإن أمكن تحقيق كثافات طاقة عالية بما يكفي يمكن تفجير هذه الكريات الصغيرة كما لو أنها قنابل صغيرة ونظيفة.

وبقي مقر شركة جنرال أتوميك في لا جولا على حاله التي كان عليها عندما أُغلق مشروع أوريون عام 1965، رغم أن بعض المنشآت الطرفية، مثل الممرّ الخطي منشأة معالجة الوقود والبناء الخاص بالتجميع الحرج قد أغلقت أبوابها. يقول دوغ فوكيه Doug Fouquet الذي احتفظ بعمله في جنرال أتوميك منذ عام 1959: «نحن نصنع عناصر الوقود اللازم لمفاعل تريغا في فرنسا حالياً. ونتعاون مع الروس لإنتاج مفاعل وقوده الهيليوم يقصد به حرق بعض ما تبقى لديهم من البلوتونيوم». إذن روح التعاون الدولي التي عليها قامت شركة جنرال أتوميك منذ تأسيسها لا تزال حية وبصحة جيدة. فالعلماء الروس يأتون ويناقشون مواضيع تتعلّق بتصميم المفاعلات المستهلكة للقنابل وهم يتناولون

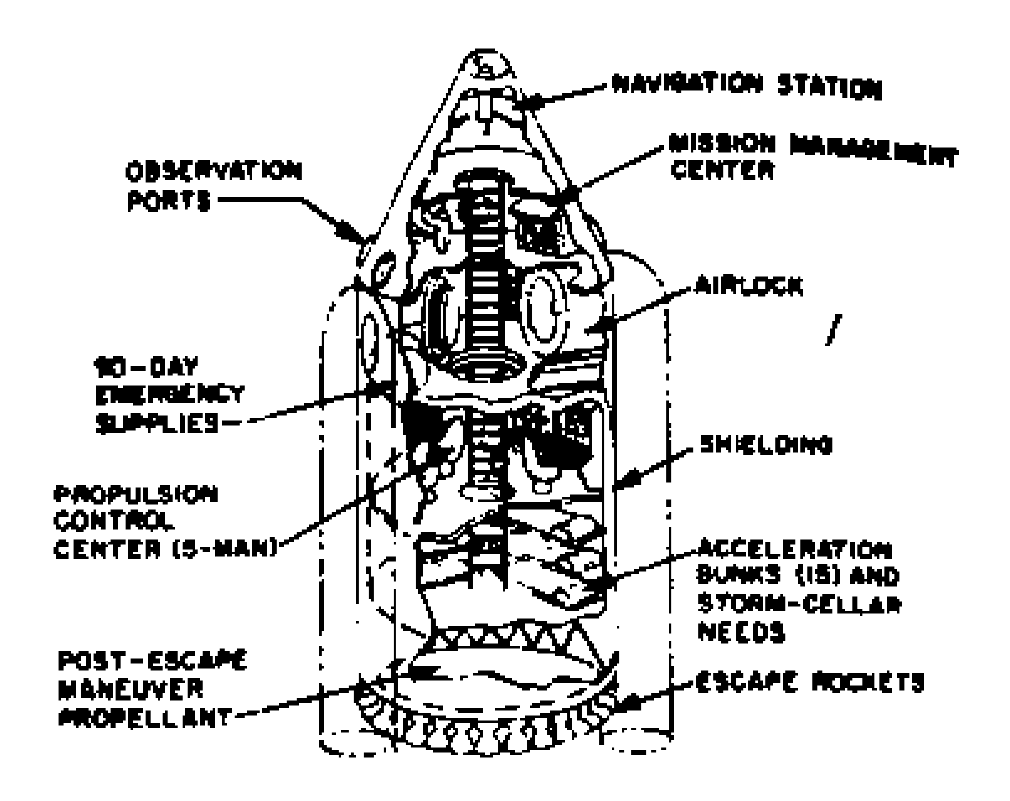
طعام الغداء في كافتيريا شركة جنرال أتوميك، وفي مناخ مثل هذا لم تعد رؤية تيلز بوهر بخصوص التعاون الدولي تبدو بعيدة المنال مثلما كانت في عام 1959. وباتت شركة جنرال دايناميكس تسيطر على نحو 190 مليون رطل من احتياطي اليورانيوم في تكساس ونيو مكسيكو وأستراليا سواء بصورة مباشرة أو من خلال الشركات الفرعية التابعة لها. لذلك فإن لاح في الأفق سبب يدعو لإعادة إحياء مشروع أوريون فإن شركة جنرال أتوميك هي المكان الأفضل للشروع في ذلك.

في هذه الأثناء توفي كل من مايكل تريشو وكارلو ريباربيللي وإد داي وفريد روس وجون وايلد ودون مكـــون وغيرهم من أعضاء الفريق الأساسي الذي عمل في أوريون. وأما الآخرون، ومن بينهم فريمان دايسون وتيد تايلور، فقد انتقلوا للعمل في أماكن أخرى ثم عادوا أدراجهم إلى منازلهم السابقة، والكثيرون ممن كانوا سابقاً في هذا المشروع ظلوا في الجوار. إذ يصعب على المرء أن يهجر لا جولا الجميلة، وبخاصة إذا كان المرء يمتلك منزلاً ابتاعه فيما بين عامي 1957 و1965. أما فندق ديل شارو الذي لم يعد يستقبل الضيوف القادمين لزيارة أوريون، فقد فقد أيضاً الجمهور القادم لمشاهدة سباق الخيل الذين فضلوا الإقامة في الفنادق الحديثة التي أنشئت في ديل مار. لكنه حافظ رغم ذلك على شهرته بما لديه من «بنغالوهات منعزلة بفضل الإقامة فيها بعض الشخصيات الهامة من أمثال السيد ج. إدغار هوفر الرئيس السابق لمكتب التحقيقات الفدرالي FBI» وذلك إلى أن بيعت أرضه التي تبلغ مساحتها 3,7 فدان، باستثناء موتيل أندريا فيلا الذي تزين جدرانه صور تذكارية لفندق ديل شارو.

وأما مارشال روزنبلوث فقد عاد أيضاً إلى لاجولا ولا يزال يحتفظ لنفسه بحجرة مكتب في شركة جنرال أتوميك ويتابع العمل جزئياً في التفاعلات الاندماجية تحت السيطرة وبالعزيمة ذاتها التي جلبها إلى مشروع شيروود عام

1956. لكن الأثاث في كافة حجرات المكاتب في جناح روزنبلوث بالمبنى رقم H فلا يزال من أيام الحرب الباردة، الطاولات المعدنية والكراسي ورفوف الكتب، لم يتبدّل شيء منها فيما عدا أجهزة الكومبيوتر المكتبية التي حلّت محل الطراز IBM 7090 الذي كان يكلف 597 دولار في الساعة، والكراسي الدوارة الجديدة. يحتفظ روزنبلوث بحكمة أن الاقتراح الذي قدمه بالتعاون مع تيد عام 1958 بخصوص مركبة فضائيّة تزن 4000 طن كان اقتراحاً صحيحاً وسليماً من الناحية الفنية، حيث يقول: «أستطيع أن أقول بكل تأكيد أنّه سياسياً لن ينطلق من الأرض سواء كان ناجحاً أم لا». وفيما يتعلق بالمقترحات التي قدمت بعد أوريون من مخابر لوس ألاموس وليفرمور لاستخدام التفاعل الاندماجي المحصور بالقصور الذاتي من أجل الدفع الفضائي، يقول: «إنه نوع من التفكير الغريب أن يقوم المرء بفعل شيء في الفضاء قبل أن يعرف كيف يفعل ذلك على الأرض».

وأما عمل هيربرت يورك في خط المواجهة الأمامي للمؤسسات المتخصّصة بالتسلّح ونزع التسلّح، وقبل وبعد ضلوعه في مشروع أوريون فأصدق وصف ينطبق عليه العنوان الذي اختاره لكتاب سيرته الذاتية «نصنع الأسلحة ونتحدث عن السلام» الصادر عام 1987. في عام 1961 كان المستشار الأول لجامعة كاليفورنيا في سان دييغو القريبة من شركة جنرال أتوميك ويقطن في منزل يقع إلى الجنوب من وندانسي Windansea. يقول: «نستطيع أن نعيش دون وجود انشطار نووي، ولو استطعت أن ألغي عملية الانشطار فسوف أفعل. فالنتيجة خير للجميع». لكن الذي يؤرقه هو الأسلحة البيولوجية، وليس القنابل، حيث يقول: «إنها الشيء الأكثر خطراً في الأفق. ونحن، في الولايات المتحدة، وتحت غطاء دراسة ماهية الإمكانيات لكي نتخذ إجراءاتنا في سبيل الدفاع عن أنفسنا أمام هذه الأسلحة، سوف نقود العالم إلى فخ أشد خطراً من فخ الانشطار النووي».



الجزء المصفح الخاص بالقيادة والملجأ من العواصف الشمسية ومركبة النجاة في مركبة مقترحة يبلغ قطرها 20 متراً لاستكشاف المشتري، 1964. لاحظ محطة الملاحة وبوابات الرصد والمراقبة.

ويورك ليس من أولئك الأشخاص الذين يخادعون أنفسهم بخصوص مشاريع حكومية ضخمة مثل الرحلات الفضائية المأهولة، حيث يقول: «التفكير الواسع جداً ودون التفكير بسخف حقاً أمر في غاية الصعوبة ـ بالنسبة للحكومة. عندما كنت في وكالة مشاريع البحوث المتطورة أحاول أن أفعل شيئاً له أهميته مثل دعم الأفكار المبدئية لمشروع أوريون، كان رئيسي يقول سوف نرسل بعض المقترحات الخاصة بالعقد بخصوص مضادات الجاذبية وأشياء أخرى مماثلة». ولا يشعر بالندم إزاء دعمه لإنطلاق المشروع ـ ولم يشعر بالأسى إزاء دعمه لإيصال المشروع إلى نهايته، فهو يقول: «إذا نظرنا إليه من منطلق ماذا كانت تفعل البلاد بأسرها فهو شيء يستحق بعض الاهتمام. لكنه كمشروع حقيقي يتطلب أشخاصاً حقيقيين وأموالاً حقيقية فسوف ينتهي إلى مرحلة يخيب فيها أمل الكثيرين، وهذا هو الصواب». وبالنسبة ليورك لم تكن

جدوى هذا المشروع، إنما احتمالات تطورت إلى أشياء أُخرى، «هي التي كانت، وستكون حتى زمن طويل آتٍ نهاية اللعبة». لقد وصلنا، كما يؤكد، إلى مرحلة التكنولوجيات الناجحة مثل الطائرات والهواتف من خلال صنع الملايين، بل المليارات، من واحدات هذه الأشياء، ونجري بعض التعديلات عليها بين وقت وآخر، حيث يقول: «لقد اشتمل أوريون على تجميع لعدد من التكنولوجيات الجديدة بآن معاً، ومعظمها لا يمكن إجراء تجارب مفيدة على واحدة منها بمعزل عن الأُخرى أو على نطاق ضيق».

غير أن برايان دان، من جهة أُخرى، يفضل موقفاً وسطاً. يقطن برايان الآن في منزل يقع في مكان عالٍ في جبل Mount Soledad القريب من لاجولا يطل على المحيط وعلى هضبة توري باينز. يقول: «أنت بحاجة إلى ثلاثة أصناف من القرارات بخصوص المشاريع: الموافقة، والرفض، والحكم المعلّق». ويعتقد أن مشروع أوريون يجب أن يحظى بقرار «ربما مؤكدة» بدعم مواصلة البحوث والأعمال الهندسية، ويؤجل القرار السياسي بخصوص المباشرة بالتطوير. وبعدما ترك شركة جنرال أتوميك في أعقاب طي مشروع أوريون ومشروع كاسابا هويتزر Casaba-Howitzer، عمل دان لدى عدد من الشركات الفرعية التابعة لجنرال أتوميك قبل أن يؤسّس شركته الخاصة التي حملت اسم شيب سيستمز Ship Systems التي تعتمد في أعمالها على البلازما الموجهة والشحنة المشكّلة. يقول جيري آستل في هذا الصدد: «كانت لديهم بعض المشاريع الغريبة، وهي سرية، لذلك لا أستطيع أن أقول شيئاً عنها». وقد سئم دان العمل في مجال الأسلحة، لكنه رغم ذلك يرى المستقبل زاخراً بالأعمال. حيث يقول: «أرى بعثاً جديداً لذلك الأمر في "حرب النجوم". وأرى عوداً جديداً للحرب الباردة، سوى أن الصينيين أكثر ذكاءً وأفضل انتشاراً».

وبرايان دان في الوقت نفسه عالم آثاره هاوٍ، ونظرته إلى مشروع أوريون

تنطلق من هذه الرؤية وهذا المنظور، فهو يقول: «سيعود أوريون للحياة مرة أخرىٰ حوالي العام 2040 أو 2050، مثلما ينهض طائر العنقاء (فينيكس) الخرافي الذي ينهض من الرماد». مشيراً إلىٰ توقع وصول الإنسان إلىٰ القمر، فيجده قليل الأهمية والإثارة، فيتابع تحركه من هناك مستخدماً مركبة أوريون، إلىٰ الكواكب السيارة. لكن التواريخ التي ذكرها هنا تختلف قليلاً عن تلك التواريخ التي ذكرها لفريمان عام 1973، حين قال: «كان اعتقادي الدائم أنّها سوف تنطلق من قاعدة قمرية ضخمة ـ من يدري، ربما يكون ذلك حوالي العام 2020!» ولا يزال يحتفظ في حجرة مكتبه بجزء من نموذج أوريون قياس متر واحد ومنظومة قذف الشحنة مؤلّف من ثلاث علب بالإضافة إلىٰ قطعة من طوق السحب المثقب لهذا النموذج حيث وضعهما تحت رف يضم نصوصاً آثارية.

وإلىٰ الشمال من لا جولا وعلىٰ بُعد عشرة أميال منها، وعلىٰ شاطئ سولانا Solana يقع منزل جيري آستل الذي يضم أيضاً بعض النماذج الفنية لأوريون التي تعود في تاريخها إلىٰ ما قبل النماذج التي يحتفظ بها دان. بعدما ترك جنرال أتوميك عمل جيري مشاوراً مستقلاً ثم أسّس في عام 1972 شركة باسم Mar Den International Corporation. ونموذج أوريون الذي يحتفظ به في مرآب منزله بقياس 1: 130، بالإضافة إلىٰ ثروة هائلة من تفاصيل المشروع غير الموثقة بمستندات، بل يحتفظ بها في ذاكرته. يقول موضحاً كيف يمكن إعادة تشكيل ماصات الصدمة: «إذا فكروا ثانية بإحياء مشروع أوريون فسوف يجدون هذا الأمر سريعاً وسيعرفون أنهم بحاجة لأفكار مثل هذه».

وأما مو شارف Moes Scharff فهو يعمل حالياً لدى إحدى الشركات المنبثقة عن جنرال أتوميك وتُعدّ أولى هذه الشركات وأكثرها نجاحاً، شركة Science Applications International Corporation SAIC. ولا يزال يشتغل بأفكار كانت أصلاً من بعض أعمال مشروع أوريون، ثم انتقل إلىٰ مشروع كاماباً هويتزر الذي كانت تموّله عام 1960 وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة عبر فرعها

Project Defender. وفي هذا يقول: «أنشئ فرع Defender بغرض متابعة الإشراف على الدفاع الصاروخي المتطور. وما كنت أقترحه عليهم هو بالتأكيد أشياء متطورة. إذا أردت أن توقف آلة التسجيل أستطيع أن أخبرك المزيد عن هذه المقترحات ثم أرحل».

أما بيرت فريمان فيقطن في منزل قريب من برايان دان، يقع على ارتفاع منخفض قليلاً عنه في جبل Soledad. وقد عمل حتى وقت قريب في شركة ماكسويل تكنولوجيز Maxwell Technologies، حيث ظلت نواة الجماعة التي عملت في تأثيرات السلاح لمشروع أوريون. لكنه الآن يعمل في منزله بصنع نماذج الرذاذات وبعض النماذج للهايدروديناميكا الممغنطة مستعيناً بكومبيوتر مكتبي بقوة غيغا هيرتز، يصفه بقوله: «بهذا الكومبيوتر أستطيع أن أقوم بكافة الأعمال التي كان إنجازها يتطلّب عدداً كبيراً من الموظفين. فماذا أريد أكثر من ذلك؟» وينتقل الحديث سريعاً إلى الإشعاعات في الهايدرو ديناميكا في كل من «المصدر» أي القنبلة، و«التفاعل» أي في جهة «الصفيحة الدافعة» ـ حيث حقق تقدم كبير خلال السنوات المنصرمة. يقول: «لم أنظر إلى الوراء. وليست لدي أية فكرة الآن عن تأثير ذلك على أوريون، أو لأقل ليس لدي اهتمام بذلك». ولكن بعد الخوض في الحديث أكثر لا سيما عند مناقشة موضوع التآكل المضطرب يقول: «هذا موضوع لم نتطرق إليه» لكنه يغير رأيه بعد قليل، ويقول: «أجلس! هذا حسن! اهتممت بالموضوع! أعتقد أن جميع هذه المسائل يمكن أن تحل، وبصورة خاصة من خلال برنامج تجريبي». وهو يعتقد أن صنع مركبة أوريون الآن أكثر سهولة مما مضى، وربما يكون ذلك أكثر سهولة في المستقبل من الآن، ولكن «يجب التوقف عن تطوير أوريون حالياً وإنني أفضل ألاّ أعمل فيه». وهو يرى المشاكل الأساسية نفسها التي رآها تيد وفريمان، وهي الطبيعة المفعمة بالأخطار للقنابل المصغرة و«ما إذا كان من الأفضل وجود مشروع صناعي ينتج كميات كبرى منها». ويتساءل: «ربما

تستطيع استخدام بعض المخزون الروسي من الأسلحة ـ لكنني أفضل أن نحفر حفراً كبرى نضع فيها كل تلك القنابل ونفجرها فيها. لتذهب إلى الجحيم تلك الطاقة التي تنبعث منها».

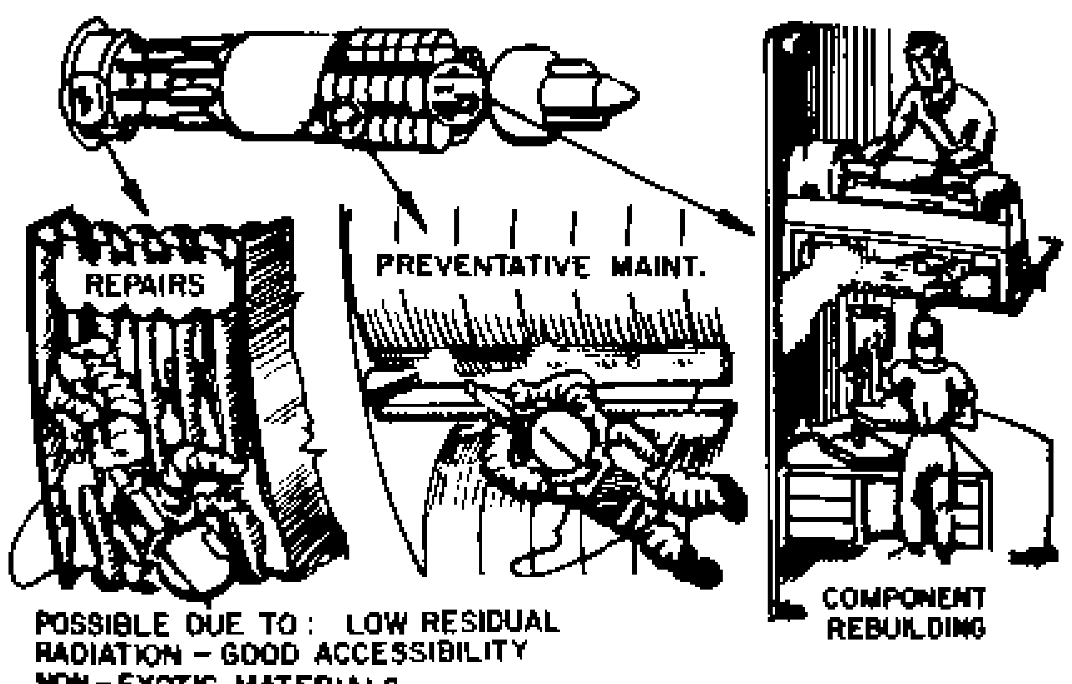
ويقطن كيدار (بود) بيات في منزل كائن على سفح جبل Soledad ليس بعيداً عن موقع فندق ديل شارو Del Charro الذي أقيم مكانه مجمع أبنية يمثّل موقعاً واسعاً على شواطئ لا جولا. وظل على قناعته بجدوى مشروع أوريون وبقدرة الكومبيوترات الحديثة على إيجاد الإجابات لعدد من الأسئلة التي لم تقدم إجابات لها في العام 1965. فهو يقول: «السنوات وسنوات وسنوات بقية المشكلة الأساسية لحساب سلوك قنبلة ذات مرحلتين ومعرفة المردود الصحيح لها مجرد معالجة تجريبية. لم يستطع أحد أن يعطي الجواب الصحيح، أو يجري الحسابات الصحيحة. توجد عوامل مخادعة في كل النواحي. وفي السنة الأخيرة ومع قدوم الكومبيوتر المتفوّق استطاع بعض زملائي في لوس ألاموس أن يجروا الحسابات ابتداء من التفجير الداخلي وحتى المردود النهائي وتوصلوا إلى نتائج صحيحة».

ويقع منزل توماس ماكن Thomas Macken على بُعد بضعة ميان تفصله عن ويندانسي Windansea. وبأعتباره مهندس طيران تلقى علومه في حقبة من الزمن كان ينتظر من المهندس فيها أن يجرّب تحليق ما يصمّمه، فهو يقر ويعترف بموقفه الذي يصفه قائلاً: «لقد كنت دوماً في وضع المتشكّك. والشيء الذي كان يؤرقني أكثر من غيره هو التردّد في منظومة انتقال القنابل التي تبلغ 1,1 ثانية أو نحو ذلك. وهذا شيء يصعب علي أن أتصوره. ربما أكون من الطراز القديم. لكنني راديكالي التفكير ـ فيما عدا ما يتعلّق الأمر بالهندسة». ولم يكن مرتاحاً لوضع عدد كبير من الأفراد فوق هذا العدد الكبير من القنابل.

وعلى بُعد عشرة أميال نحو الداخل بعيداً عن جنرال أتوميك وبعد أن يتجاوز الزائر منطقة ميرامار Miramar ومنطقة غرين فارم Green Farm، يجد بيل

فوليبه Bill Vulliet حيث لا يزال يشتغل بالعلوم الفيزيائية. لم يعد بيل يذهب إلى توري باينز عبر ذلك الطريق الذي أزداد ازدحام المرور فيه، رغم أنه ظل يعمل في جنرال أتوميك لفترة طويلة بعد أن خرج منها جميع من عملوا في مشروع أوريون. ثم عمل مستشاراً في أمور تأثيرات الأسلحة لعدد من الشركات الصغرى. وخلافاً لزملائه القدامى الذين يؤمنون بأن المشروع سليم من الناحية الفنية فهو الآن يعتقد أن المشروع ما كان مقدّراً له أن يستمر، وهو يقول: «انعدام النفوذية ليس سوى جزء واحد من المشكلة، والجزء الآخر هو التشظي الناجم عن موجات الصدمة التي تعبر من خلالها إلى تلك الصفيحة الدافعة. ففي كل مرة ترتطم موجات الصدمة بسطح، لا سيما إذا كان السطح مخلخلاً، مثل وجود هواء/ غاز في جانب والسطح المعدني في الجانب الآخر، فإنها تحدث صوتاً مثل هزيم الرعد، ثم تصل إلى ذلك السطح البيني من الهواء/ الفولاذ، وتنعكس، ثم تعود راجعة بالاتجاه الآخر وتنعكس موجات متخلخلة. وموجة الصدمة هذه قوية جداً حتى أنها تتلف وتدمر كل شيء! ولا توجد طريقة يمكن من خلالها صنع صفيحة دفع تستطيع أن تفعل ذلك. من الجميل أن يكون ثمة دفع نوعي، ولكن لا أحد يريد للمركبة أن تسحق وتصبح رماداً بعد طلقة أو طلقتين! ولو جاءني تيد تايلور اليوم لقلت له: «دعنا نرى إذا باستطاعتنا أن نقطف أزهار المرغريت، أو نفعل شيئاً مفيداً. فهذه المركبة لن تحلق».

وعلى بعد سبعة أميال من جنرال أتوميك وعلى مسار الطريق الساحلي، في منطقة ديل مار Del Mar يقطن دافيد فايس David Weiss الذي ظل على قناعته بإمكانية إعادة إحياء مشروع أوريون ـ وإنما بضمانات أمن دولية. فهو يقول: «ليست القضية أن صناعته إذا كانت ممكنة. فهذه الكلمة «إذا» تعني باللغة الألمانية إذا وعندما. وبعد خبرة بالآلات الطائرة عمرها يقرب من مائة عام، يصعب على المرء آن يدرك أن أوريون ليست في الواقع مركبة جوفضائية، وإنما هي إلى حد ما «حيوان» جديد، مستعمرة تنشأ في المدار و/ أو مستعمرة تطوف بيما بين الكواكب السيارة. وروح قاطنيها وذكاؤهم هما اللذان يقرران



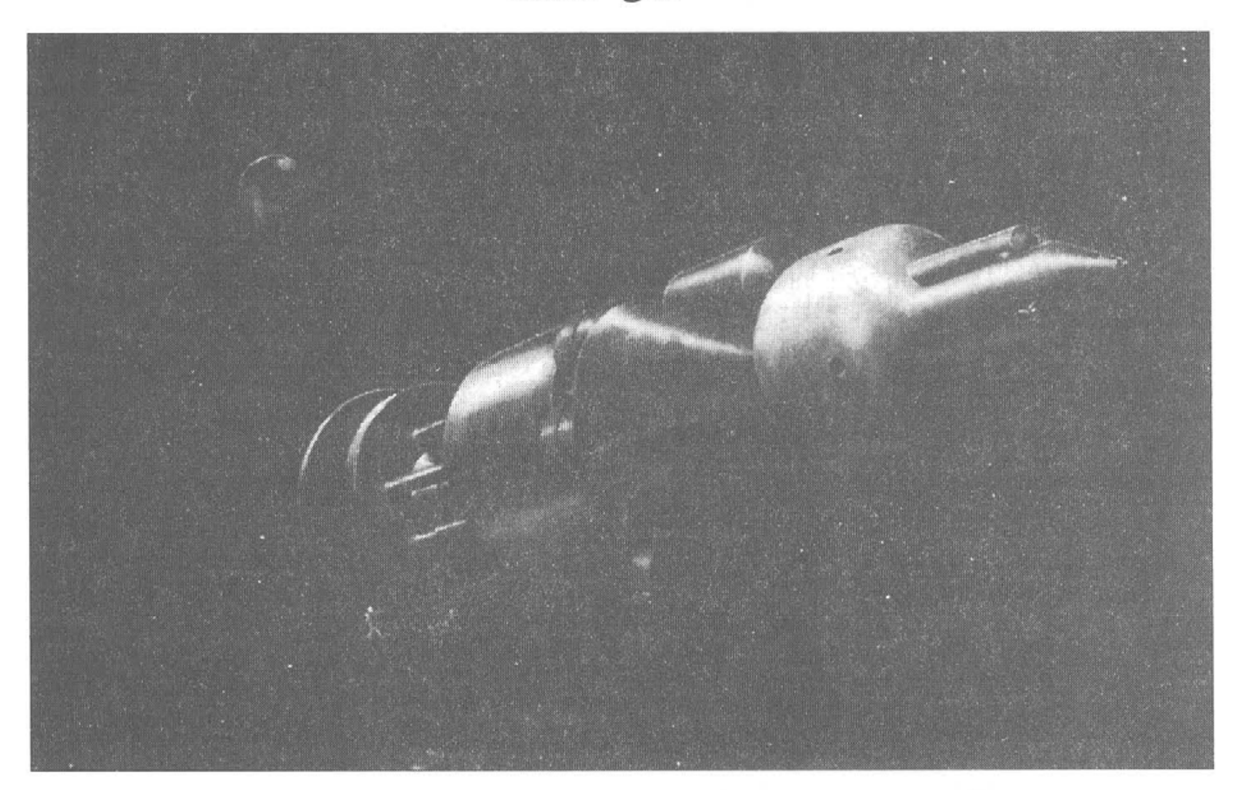
تقذف مستودعات الوقود الدفعي الفارغة إلى خارج المركبة ويقوم الطاقم بعملية الصيانة أثناء الرحلة بعد يومين من مغادرة المركبة مدار الأرض باتجاه المريخ.

قيمتها ومنفعتها أكثر من أي عامل آخر له صلة بأدائها الرائع! والمرء يقدم خدمة جليلة للعالم إذا أطلق الأرنب من القبعة».

أما لو آلن Lew Allen فقد أُحيل إلى التقاعد من منصبه رئيساً لأركان القوى الجوية في عام 1982 فانتقل إلى باسادينا Pasadena ليتولى إدارة مخبر الدفع النفّاث حيث المهام الفضائية جميعاً رحلات غير مأهولة. وفي ذلك يقول: «تتيح التكنولوجيا للمرء أن يفعل الكثير الكثير بأقل عدد ممكن من المركبات الفضائية. وفي كل يوم جديد يجد المرء أشياء لم يكن يتوقعها، مثل «هل حقاً توجد مياه في باطن القمر يستطيع المرء أن يستثمرها؟ هل حقاً يوجد الهيليوم (3)، وإذا وُجد، فماذا نفعل به؟ هل من الممكن أن توجد حياة تحت سطح التابع الفلكي يوروبا؟ ما هي كمية المياه الموجودة في القبعة القطبية للمريخ؟» لذلك فإن إرسال إنسان إلى الفضاء ليس له معنى موضوعي». فالرحلات الفضائية المأهولة، إذن، سوف ترسل للبحث عن شيء آخر. «كان

مشروع أوريون فكرة جريئة، وخيالية في الوقت نفسه. ولندع جانباً المشاكل العملية الظاهرة. أعتقد أننا جميعاً، وحتى في هذا اليوم، تقول «حسن، لا أعرف على وجه الدقة لماذا أريد أن أفعل ذلك، ولا أعتقد أن ثمة سبباً لفعله»، أو مثل هذه الأقوال، ربما يصبح واحداً من الكويكبات، أو ثمة سبب أو آخر يدفع المرء للقيام بمهمات طموحة. إذا استطعنا التغلب على المصاعب العملية المرافقة للقنابل، فإنني على عهدي في حماسي من أجل أوريون وبأنه شيء يجب أن نفعله».

وأما برونو أوغنشتاين فله مكتبه في شركة RAND في وسط مدينة سانتا مونيكا Santa Monica، حيث تولى عدة مناصب ابتداءاً من منصب نائب الرئيس وحتى منصب كبير العلماء وذلك في الفترة الواقعة بين عامي 1967 و1995، بعد أن كان يشغل منصب المساعد الخاص في دائرة الاستخبارات والاستطلاع في وزارة الدفاع فيما بين عامي 1961 و1965. في غضون ذلك رفع غطاء السرية عن برنامج كورونا Corona للاستطلاع عبر الأقمار الصناعية الذي كان «سرياً للغاية»، والذي، باعتقاده، صرف انتباه وزارة الدفاع عن مشروع أوريون، فقد كشف النقاب عن أن هذا المشروع «تعرض لاثنتي عشرة تجربة فاشلة وفي الثالثة عشرة أصاب نجاحاً جزئياً، ولم يحقق نتائج هامة إلا في التجربة الرابعة عشرة. ولا تتاح للمرء في هذه الأيام فرصة لدورة حياة كهذه. إذ تثور ثائرة الكونغرس بعد الفشل الثاني أو الثالث». والواقع أن شركة راند RAND لديها أفضل ذاكرة مؤسساتية عن المنظمات الباقية من أيام الحرب الباردة، حيث يلخص أوغنشتاين إحدى الدراسات المتأخرة (ولا تزال طي السرية) بعنوان «أوريون: هل هو منظومة الدفع الفضائي للمستقبل؟» والتي تقدم «بحثاً في الرحلات المأهولة، بصورة رئيسية، وإمكانية إقامة قواعد على سطح القمر وبعض الكواكب. وكانت بمثابة تقرير يوصي بالمباشرة الكاملة بالمشروع». وقد ظل على قناعته بأن المشروع جدير بالدراسة الجادة، ليس فقط باعتباره



تقذف مستودعات الوقود الدفعي الفارغة إلىٰ خارج المركبة ويقوم الطاقم بعملية الصيانة أثناء الرحلة بعد يومين من مغادرة المركبة مدار الأرض باتجاه المريخ.

واسطة لاستكشاف المجموعة الشمسية، وإنما أيضاً بوصفه «وسيلة للتخلص المتعمد من المخزون الكبير للأسلحة النووية ومنفذاً للجموع الغفيرة من مصممي القنابل المهرة وبخاصة من الاتحاد السوفياتي السابق الذين ربما تتوجه جهودهم في اتجاهات غير مناسبة».

وأما بيير نويز Pierre Noyes فلا يزال في شركة Stanford Linear Accelerator حيث يقوم بدراسة جادة لموضوع مضادات أو مبيدات المادة، وبدراسة أقل جدية لكيفية استخدام مضادات المادة هذه وقوداً دافعاً في النقل الفضائي عبر النجوم، ودون أية توقعات حول صنع مركبات كهذه، بل علىٰ الأقل من أجل أن تكون بعض قصص الخيال العلمي مستندة إلىٰ الحقائق غير أن حنينه لمشروع أوريون مشوب بخوف بالغ الشدة من أشياء أُخرىٰ يمكن أن تفعلها الآلاف المؤلفة من قنابل صغيرة ذات طاقة موجهة. فهو يقول: «كان فريمان يعتقد ولفترة طويلة من الزمن أن هذه هي الطريقة لاستكشاف المجموعة

الشمسية، أي عندما تكون لدينا قاعدة علىٰ سطح القمر ونستطيع أن نطلق المركبة من حيث يكون الغبار الذري محصوراً».

ويأتي الآن دور الحديث عن إِدوارد تيللر، الأخير من مجموعة العلماء الهنغاريين المتخصصين بالمريخ، الذي قدم الكثير والكثير لتقدّم العلوم والتكنولوجيا في القرن العشرين، وأما الآخرون من هذه الجماعة مثل جون فون نيومان وثيودور فون كارمان ويوجين فيغنر وليو زيلارد فقد توفوا وهو علىٰ قيد الحياة. يحتفظ إِدوارد لنفسه بمكتب في ليفرمور، وبمكتب آخر في مؤسَّسة هوفر Hoover Institution في ستانفورد. وقد اْضطلع بدور أساسي في مشروع أوريون، وله فضل كبير في إِنطلاق المشروع بصفته كان أستاذاً لكل من دي هوفمان وتيد تايلور وفريمان دايسون. يقول وهو يستعيد ذكرياته الأولى: «لقد كان فكرة صائبة من حيث المبدأ، لكن كثيراً من التفاصيل كانت خطأ».

مخابر ليفرمور ولوس ألاموس التي كانت في ذلك الحين تتبع هيئة الطاقة الذرِّيّة أصبحت الآن جزءاً من وزارة الطاقة. وبعد أن طوي مشروع أوريون، تابعت هذه المخابر دراستها لات مشابهة لأوريون وبخاصة كلما ظهرت مستجدات جديدة بخصوص القنابل الصغيرة النظيفة. في مطلع عقد السبعينيات تجدد الاهتمام بأوريون في مخابر لوس ألاموس ونجم عنه بعض التقدّم، منه بحث تجريبي للتآكل الحاصل في الصفيحة الدافعة في الكثافات العالية للطاقة، بالإِضافة إِلىٰ اْقتراح تقدم به تيد كوتر Ted P. Cotter يتعلق «بالصفيحة الدافعة ذات الكابلات الدوارة». حيث أَنَّه بدلاً من استخدام صفيحة دافعة ضخمة مدعمة بماصات الصدمة، تستطيع المركبة أثناء دورانها حول محورها المركزي أن تحرك بكرة فتنطلق منها أعداد كبيرة من الكابلات الفولاذية تنتشر في جميع الاتجاهات مثل أذرع حبّار عملاق. فتعمل هذه الكابلات ذات النهايات المسطحة علىٰ امتصاص الزخم الصادر عن الانفجارات وتنقله بلطف إِلىٰ جسم المركبة الرئيسي. لكن كوتر يرجع الفضل في هذا التصميم إِلىٰ اقتراح لا يزال

سرياً وضعه فريمان دايسون ضمن تقرير نشر في شهر تشرين الثاني/ نوفمبر عام 1958 تحت عنوان «المدية والحبّار».

غير أن أحدث تجسيد لفكرة الحبّار هذه اختراع ظهر في لوس ألاموس أطلق عليه مخترعه اسم ميدوسا Medusa، والمخترع هو جونديل سولم Johndale Solem منسّق الأفكار المتطوّرة في القسم النظري، الذي يقول: «إن أوريون مشروع يوقظ الذهن إذ ما قُورن بأي نوع آخر من المركبات الفضائية. وما أن يبدأ المرء بالتفكير بالمتفجرات النووية وبطريقة لاستعمالها في غير قتال الناس وتحطيم الأشياء، حتى يقول في نفسه «يا عجباً! أيمكن أن تشكّل هذه الأشياء وقوداً دفعياً ممتازاً؟»» وأعاد سولم النظر فهذه المسألة بأجمعها، وخرج بفكرة جسَّدها بمركبة صغيرة الحجم وخفيفة الوزن تجرها حبال مرنة خلف مظلة كبيرة تشبه مظلة الطيار، تعلو وتنخفض كالمنفاخ بفعل الضغط الناجم عن انفجار قنابل صغيرة جداً خفيضة المردود. أما تقديرات الأداء الممتاز (Isp = 4000 ـ 40000) فقد حسبت بناء علىٰ معرفة سولم بأن «إجراء تفجير نووي لكتلة 25 كغ ومردود 2,5 كيلو طن ليس أكثر صعوبة ولا أغلى ثمناً من إجراء تفجير لقنبلة تزن 25 كغ وتعطي مردوداً قدره 25 كيلو طن».

الأخير من هؤلاء الذين عملوا في مشروع أوريون من بدايته والذي لا يزال يعمل في مخابر لوس ألاموس هو هاريس ماير، الذي يقول: «عندما يكون المرء عالماً يتطور لديه الحدس. كنت أعرف أن مشروع أوريون سوف ينجح، فقد كنا نعرف كيف نصنع القنابل، وهذا أمر مؤكد لا شك فيه. وكنا نعرف كيف نصنع هيكلاً يتحمل جاذبية بقوة (g10)، ونعرف كيف نصنع ماصات للصدمة تستطيع أن تخفّض قوة الجاذبية من g100 إلىٰ g10، حتى أننا ظننا أنفسنا نعلم كيف نصنع الدافع الذي يتحمّل التآكل. والعناصر كلها موجودة. وكنا نعرف أيضاً كيف نطلق المركبة عبر الغلاف الجوّي. ربما كانت القيود علىٰ جانب كبير من الأهمية، لكنها لم تكن قيوداً من صنع الطبيعة، بل

من صنع المجتمع، وصنع ثقافتنا وقِيَمها، وبشكل خاص عندما نسمع عبارة «في هذه المرحلة لن يكون هناك إطلاق عبر الغلاف الجوّي». ومثل هذه العبارة لا تعني إطلاقاً أننا لا نستطيع إطلاق المركبة عبر الغلاف الجوّي. وتخلينا عن المشروع ليس لأن الناس يقولون إن التكنولوجيا لم تنجح. ولا أعتقد أننا سوف نصنع مركبة أوريون في المستقبل القريب. لكننا لو أردنا ذلك لرأيتنا الآن نبيع التذاكر لمن يريد كما يبيعون التذاكر الآن لمن يريد السفر علىٰ باخرة عابرة للمحيطات».

ويمضي ماير قائلاً: «لم أشعر عند نهاية ذلك العام أن المشروع قد وصل إلىٰ طريق مسدود. بل علىٰ العكس. لقد داخلني شعور أن بدايته كانت عظيمة. كانت أياماً فكرنا فيها بأشياء عظيمة. لم نفكر آنذاك أن ثمة معنى اقتصادياً مفيداً إذا قمنا برحلة عبر المجموعة الشمسية وجلبنا معنا إلىٰ الأَرض بعض الكويكبات أَو أجزاء من الكويكبات، فهذا أمر لم أفكر البتة أَنَّه يحمل معنى اقتصادياً. وعلىٰ أية حال لم يكن هذا الأمر هو الغرض من المشروع. في تلك الأيام كنا أمة غنيّة لها طموحات لا تحدها خدود، لذلك فكرنا بالقيام بكل تلك الأشياء الرائعة. والآن نحن أمة أكثر غنى وثروة، لكن طموحاتنا محدودة».

ويتابع ماير الحديث عن انطباعاته فيقول: «كان أوريون مشروعاً عظيماً تستطيع أن تحتضنه أمة ذات رؤية عظيمة وفرصة كبرى. ولا يهم إذا حقَّق النجاح المطلوب. كان عظيماً في روح التعاون التي أظهرها كل من عمل فيه في سبيل الوصول إلىٰ هدف رائع، وعظيماً في الروح الرفاقية، كما كان للحافز الفكري الذي دفعنا للعمل فيه فائدة كبرى ودائمة لكل من كان له دور فيه وللأمة بأسرها. وقد فقدنا هذا الحافز. الآن، إذ لا تستطيع في هذه الأيام أن تفكر في شيء مثل أوريون. وعندما تتحدَّث مع من سبق لهم أن عملوا في هذا المشروع تجد الأسى والندم يعتصرهم حين يقولون إنَّه شيء عظيم، ولم نستطع إنجازه. لقد داس المشروع علىٰ أقدام آخرين كثر. فالناس يساورهم

قلق شديد إزاء إطلاق متفجرات تزن ألف رطلٍ، فكيف بنا نتحدَّث عن إطلاق ألف طن!».

وعلىٰ بُعد سبعة أميال إلىٰ الجنوب من هضبة لوس ألاموس تقع البوكرك وقاعدة كيرتلاند الجوية حيث مقر مركز الأَسلحة الخاصة التابع للقوى الجوية، وحيث ناضل فيزيائيو وإِداريو هذا المركز نضالاً مريراً في سبيل هذا المشروع لمدة سبعة أعوام كانت مليئة بالصعاب. يقول مؤرخو هذا المركز في تقرير أصدروه بعد موت المشروع: «ثبت في التحليل النهائي أن الإِدارة المختصة بشؤون الفضاء لم تقدِّم دعمها الكامل لمشروع أوريون، ولم تكن قيادة القوى الجوية قادرة علىٰ تحمّل هذا العبء وحدها». تغيّر اسم هذا المركز مرتين، إلىٰ اسم مخبر الأَسلحة التابع للقوى الجوية، ثم صار يحمل اسم مخبر الأبحاث التابع للقوى الجوية، وذلك بعد أن نقلت كافة الأعمال المتعلقة بالأَسلحة النووية إلىٰ مخبر سانديا الوطني Sandia National Laboratory الذي يحيط به سياج مرصود تحت حراسة مشدّدة. وباتت الأشياء التي تحلّق والأشياء التي تنفجر تحفظ في الأقسام الإِدارية. وفي الوضع الحالي للقوات الجوية ليس ثمة أية فرصة لمشروع أوريون.

في أواخر عقد الخمسينيات ابتاع دون بريكيت وإِد غيللر عقارين متجاورين علىٰ سفح جبل سان جوان المطل علىٰ بيفيلد Bayfield بولاية كولورادو قريباً من نهر فاليسيتو Vallecito. في تلك المناطق يبدأ فصل صيد حيوان الإِلكة (الظباء الكبرى) في أواخر شهر أيلول/ سبتمبر بعد أن يرحل عنها المصطافون. ويبدأ أيضاً فصل العواصف الرعدية وما تحمله من ثلوج، فتعصف بالقمم العالية للجبال التي يبلغ ارتفاعها نحو 12000 قدم. يقول بريكيت: «ابتدأ الآن فصل المسحوق الأسود. وبدأ انتشار أصحاب هذا المسحوق في التلال». يبدأ عادة موسم صيد الإِلكة باستخدام القوس والسهم، يلي ذلك استخدام البنادق المحشوة بالمسحوق الأسود وأخيراً البنادق التقليدية

ـ طقوس معينة في سباق الأَسلحة، لكن الأَسلحة البدائية تظل صاحبة الحظ الأوفر في صيد الإِلكة. يقول غيللر وهو يحدِّثنا من منزل بريكيت وتحت سمع وابل البَرَد المتساقط علىٰ سطح المنزل: «إِنه يوم تعيس للمسحوق الأسود، إِذ يصعب أن تبقي هذا المسحوق جافاً في مثل هذا اليوم». وهذا قول يصدق في تلخيص عمل هذين الرجلين في اختصاصهما بالأَسلحة النووية: ليكن المسحوق الذي لديك جافاً أبداً حتى لو كان الهدف من إِبقائه جافاً أن تضمن أنك لن تستخدمه.

يعزو بريكيت أسباب موت أوريون كمشروع تبنته القوى الجوية إِلىٰ إِيجاز معين أعلن فيه مسؤولون في وزارة الدفاع عن سحب تأييدهم له. فهو يقول موضحاً: «أعتقد أننا حكمنا علىٰ أنفسنا بالإِعدام عندما دفعنا برنامج حرب النجوم في وقت أقرب مما ينبغي وبسرعة أكبر من اللازم. في ذلك الإِيجاز الأخير الذي أصر عليه البنتاغون كان ينبغي لنا أن ندفع من أجل إِمكانية الدفع النوعي، وفي مرحلة لاحقة يمكنك أن تهتم بتفاصيل ما ستفعله بهذه الإِمكانية. كنا نعرف ما سوف نفعله بها فيما بعد، لكن محاولة تسويق ذلك في وقت لم يحن أوانه كان غلطة كبرى. وتحويله إِلىٰ برنامج حرب النجوم في ذلك الحين لم يكن له أي أثر». أما رأي غيللر في أسباب موت المشروع فكان: «كانت فكرة المشروع أكبر من أن يتقبّلها أحد. فقد كانت خطوة كبرى لا يستطيع المجتمع أن يتخذها سواء علىٰ الصعيد العلمي أَو الاجتماعي. لذلك مات المشروع».

أما دون مكسون فقد انتقل من مركز الأَسلحة الخاصة التابع للقوى الجوية والتحق بالقيادة الاستراتيجية الجوية، ثم أُحيل إِلىٰ التقاعد، فٱرتحل إِلىٰ شمال كاليفورنيا حيث تابع أعماله الفنِّيَّة حتى وفاته في عام 1997. غير أن إِشارة وردت في كتاب وضعه فريمان دايسون عام 1979 بعنوان «إِفساد نظام الكون» تحدَّثت عن دراسة أعدها مكسون عام 1959 حول التطبيقات العسكرية الممكنة لمشروع

أوريون، دفعت هذا الأخير للرد عليه بقوله: «كتبت هذه الدراسة ليس بقصد أن نجعل أوريون آلة عسكرية. وإنما بهدف استخدام الآلة العسكرية في سبيل الحصول علىٰ قسط آخر من الاعتمادات المالية لإبقاء حلمك الكبير والجميل علىٰ قيد الحياة. أترى! إنني أشاركك هذا الحلم ولهذا السبب أنا موجود في القوى الجوية، حيث وكالة ناسا لم تُخلق بعد».

أما تيد تايلور فقد ترك البنتاغون في عام 1966. يقول عن السنتين اللتين قضاهما في البنتاغون: «لقد حصل تغيّر جذري في موقفي إزاء الأَسلحة النووية. اكتشفت حالات من الخداع المتعمّد في كافة المستويات الحكومية بخصوص تأثيرات الأَسلحة النووية علىٰ الناس وعلىٰ المباني وعلىٰ التجهيزات العسكرية وعلىٰ كل شيء إذا استخدمنا جزءاً، ولو كان صغيراً جداً، من تلك الأَسلحة. وكل سلاح نووي نصنعه يجعل العالَم أكثر خطراً». ومرة أُخرىٰ أخذ أسرته وشد الرحال، وفي هذه المرة استقر به المقام في فيينا حيث مقر الهيئة الدولية للطاقة الذرِّيَّة، وحيث سعى، بصفته مستشاراً لهيئة الطاقة الذرِّيَّة الأَمريكية، لتقييم الإجراءات التي تتخذها الهيئة الدولية للحيلولة دون تحول استخدامات المواد النووية من أغراض سلمية إلىٰ أغراض تدميرية. واكتشف أن الضمانات المعتمدة علىٰ الجانب المدني مليئة بالثغرات كما المنطق المستخدم في تبريرات العسكريين لتخزين الكميات الكبرى من القنابل، وفي هذا يقول: «لقد أقسمت علىٰ أن أستخدم كل طاقتي في محاولات الحض علىٰ إلغاء كافة أشكال الأَسلحة النووية». فقد كان تيد علىٰ دراية كافية بما يمكن أن تفعله كل هذه الكيلوطنات والميغاطنات. حيث يصفه دون بريكيت بقوله: «لقد أدرك هول ورهبة هذه الأشياء بعد فترة من الزمن».

وتيد الآن متقاعد عن العمل ويقطن في وسط ولاية نيويورك، يحاول أن يحلم بالأسفار الفضائية ويفكر بالطاقة الشمسية، لكنه يجد نفسه يحلم ويفكر بالقنابل. يقول: «رأيت فيما يرى النائم ليلة البارحة شكلاً جديداً من أشكال

الأَسلحة النووية. وأصابني خوف شديد منه. وحاولت، وأظن أن محاولتي كانت ناجحة، أن أفي بقسمي بألا أعود للتفكير بأية أنواع جديدة من الأَسلحة النووية. وأقولها ببساطة، إن الذي حدث هو انتقال هذا التفكير من الشعور إلىٰ اللاشعور، فيظهر في الأحلام التي تراودني. لا أستطيع أن أبعد ذلك عني. استيقظت في الثانية صباحاً، ورجعت إلىٰ سريري في السادسة. وعندما بدأت الكتابة رأيتني أملأ صفحة كاملة بالملاحظات. وأظن أنَّها تحمل معنى مفيداً. لم تكن شيئاً من الإمكانيات الغريبة التي لا أقدر علىٰ وصفها. لكنني لم أرَ أية أهمية لفعل شيء ما إنما أدع ذلك كله في فكري ورأسي، وأحاول، لو اَستطعت، أن أتخلّص منه. والذي أخشاه هو خروج هذه الأفكار إلىٰ الواقع ومما يمكن أن يحسبه الناس من خلال الانتقال المريع من محاولة قتل غزال من مسافة مائتي ياردة بكمية من المواد عالية التفجّر إلىٰ مجرد إطلاق النار عليه».

ويتابع قوله: «نحن لم نفتح بعد صندوق باندورا، ولم نجد محتوياته الحقيقية كلها، وأهمها الأمل، الذي يستقر في مقر ذلك الصندوق. لو بقينا نعبث بالأشياء التي علىٰ السطح فقط لا نجد سوى الأشياء المرعبة تخرج منه. فنتوقف ونقول «لا، لا، لا، هذا شيء لا يمكن فعله، غير مسموح به»» غير أن الأمل الذي يداعب خيال تيد هو أن حلم أوريون سوف يخرج في يوم من الأيام من الشباك المروعة للقنابل.

يقول فريمان: «لا يوجد شيء أساسي لا يمكن الاستغناء عنه في القنابل». وهو الآن متقاعد ويسكن في مدينة برنستون ولا يزال يفكر بالأسفار الفضائية لكنه لا يتوقع أن يشارك بها شخصياً. غير أن اهتمامه في هذه الأيام يتركّز علىٰ مركبات فضائية بالغة الصغر تطير علىٰ أشعة الضوء وتستخدم أشرعة من شمس. ومستقبل الفضاء، كما يراه في خياله، ينتمي لأسراب من الفراشات، وليس لأساطيل من سفن فضائية. أما علىٰ الأَرض فقد قادتنا الاستخدامات السلمية والعسكرية للمواد النووية المتفجرة علىٰ حد سواء إلىٰ

طريق مسدود. فهو يقول: «لا يوجد شيء تفعله المتفجرات النووية عند الحفر لا يمكن أن تفعله المتفجرات غير النووية. والفرق الوحيد أن ذلك يستغرق وقتاً أطول قليلاً وكلفته أكثر قليلاً». ولكن إِن أردت أن ترسل جماعة من خمسين شخصاً إِلىٰ كوكب زحل في أقل من عامين، عندئذ يكون الدفع بالنبضة النووية أمراً جديراً بالدراسة. وهذا ما يؤكده فريمان بقوله: «الشئ الوحيد الذي يمكن أن تفعله القنابل دون غيرها هو مركبة مثل أوريون».

إِن العام 2001 ليس الفيلم السينمائي بعنوان «2001». والخفير الذي تحدث عنه آرثر كلارك، إِن كان يوجد، يجب عليه أن ينتظر حتى نرفع أيدينا عن الطاقة الذرِّيَّة كسلاح ونكون مستعدين لاتخاذ خطوة أُخرىٰ.

وأخيرا يقول هاريس ماير «أنظر كم كنا صغاراً في عام 1958».

25

يترصدون للشمس

قد يتساءل المرء ماذا سيحدث لو أن مشروع أوريون أُخرج من غياهب السرِّيَّة التي غلَّفته؟ هل يمكن صنع مركبة أوريون؟ هل تنجح؟

بينما كنت أتتبع أثر أفراد ذلك الطاقم الأصلي للمشروع، أحاول أن أعثر عليهم، أقطع عليهم هدوء وسكينة حياتهم التقاعدية، أطرح عليهم أسئلة حول الانفجارات اللاتماثلية وماصات الصدمة والصفيحة الدافعة والشحم المضاد للتآكل، ذهلت لما علمت أن الكثير جداً من المعلومات غير المثبتة في وثائق علىٰ وشك الاندثار. وأخذت أتخيل ذلك المشهد الافتتاحي في الفيلم السينمائي الذي يصور تيد تايلور يحتسي القهوة بعد أن تناول البريد القادم إليه وهو في ويلزفيل بنيويورك، وهاريس ماير يفكّك آلة التصوير في لوس ألاموس، وجيري آستل يصلح سياج منزله في سولانا بيتش، وبود بيات يجري بعض الحسابات حول تأثيرات الأَسلحة في شركة ماكسويل تكنولوجيز، وبيرت فريمان يصنع بعض النماذج لديناميكية السوائل الممغنطة، وبرايان دان في حجرة المكتب بمنزله الكائن علىٰ سفح جبل Mount Soledad، وفريمان دايسون في مكتبه بمعهد برنستون. ثم تقرع أجراس هواتفهم واحداً بعد الآخر.

الرسالة التي تلقاها كل منهم علىٰ الهاتف تقول: إِن أوريون دخل مرحلة التصنيع. ولا توجد أية عقبات سياسية هذه المرة، وكافة المخزون النووي في

الترسانة الأَمريكية والروسية تحت تصرفكم، إِضافة لكل ما تريدون من أحدث مجموعات القوانين الحسابية والكومبيوترات المتفوقة والبيانات الكاملة عن بعض القنابل الموجهة بالطاقة التي أصبحت متوفرة الآن، حيث أن الحاجة تدعوكم لمعرفتها. كما أن شهادات براءة Q الخاصة بكل واحد منكم قد جدّدت. ويمكن لعائلاتكم أن تلتحق بكم حالما يكشف النقاب عن مكان المشروع. ويعود كل أولئك الذين سبق لهم العمل في المشروع إِلىٰ لوس ألاموس، ويدخلون واحداً بعد الآخر إِلىٰ قاعة الاجتماعات بعد مرورهم بتفتيش أمني دقيق للغاية، ويرون بداخلها زملاء لهم لم يروهم منذ أربعين عاماً. وتبدأ الإِيجازات المبدئية أمام رؤساء الأركان المشتركة ونظرائهم الروس والصينيين. ثم يجري تقديم رئيس مجموعة العمل التابعة للاتحاد الفلكي الدولي حول الأجرام القريبة من الكرة الأَرضية.

يصوِّر سيناريو الفيلم مركبة أوريون وهي تحمل طاقماً من أبطال «معركة أرماغدون» أَو معركة «الصدام العميق» تنقلهم ليكافحوا قطعة من الركام الفضائي ضخمة جداً يصل حجمها إِلىٰ حجم منطقة مانهاتن بنيويورك. أما في الواقع فإِن أسطول أوريون للطوارئ يتكون من عنقود من المركبات الصغرى بدون طواقم تنطلق متباعدة عن بعضها بعضاً لمجرد إِدراكها أن الدفاعات يجب أن تنطلق بسرعة وبصورة متتالية حالما يتحدَّد موقع الخطر، فتصل إِلىٰ هدفها في الوقت المناسب وتصدّ المهاجم مبعدة إِياه عن الأَرض.

غير أن جونديل سولم يعتقد أن إِرسال صاروخ كيماوي إِلىٰ الفضاء ليهاجم جسماً يتهدد الأَرض بالرأس النووي الكبير الذي يحمله فينسفه ويحرفه عن مساره طريقة متخلفة. ويرى أن ما يجب فعله هو استخدام عدد من القنابل الصغرى التي تشكِّل قوة دفع لواسطة الاعتراض هذه التي بطاقتها الحركية تستطيع أن تنقذ الأَرض من هذا الخطر إِن تمكنت من الوصول إِليه. التقيت به في ركن عام داخل مكتبة لوس ألاموس، حيث الإِجراءات الأمنية مشدّدة

وخشينا من سوء التفسير إذا اجتمعنا علىٰ انفراد، وقال لي: «الجانب المشابه لأوريون في واسطة الاعتراض هذه أنك حين تنظر إلىٰ تكتيكات اعتراض جسم يسير في مسار يؤدي إلىٰ الارتطام بالأَرض فإن خاصية الدفع النوعي هي التي تتحرك للعمل. إنها تجعل هذه الواسطة تنطلق بسرعة أكبر. وفي هذا فائدتان، أولاهما الوصول إلىٰ الجسم وهو لا يزال بعيداً عن الأَرض، وثانيتهما أن الطاقة الحركية ستكون حاصل ضرب الكتلة في مربع تلك السرعة».

وفي دراسة مؤلَّفة من ثلاث صفحات بعنوان «وسائط الاعتراض ذات الدفع النووي لحرف الأجسام عن مسارها التصادمي مع الأَرض» يشير سولم إلىٰ فكرة أولام الأساسية ويقترح إرسال مركبة غير مأهولة ودون ماصات صدمة أَو تصفيح تعمل بقوة دفع من قنابل متطورة تزن الواحدة منها 25 كغ ومردودها 2,5 كيلو طن. ويوضح: «إن نظام تسليح وصاعق وإطلاق قذائف المدفعية مصمّمة أصلاً لتتحمّل قوة جذب تصل إلىٰ (~ 1000 g)، لذلك فإن واسطة اعتراض مجهزة بمثل هذه المكونات القوية تستطيع التوصّل إلىٰ سرعات عالية جداً باستخدام عدد قليل من المتفجرات وماصات صدمة صغيرة الحجم أَو ربما دون استخدام ماصات الصدمة علىٰ الإطلاق». واختار سولم عيّنة كهدف له كويكباً غضروفي القوام يبلغ قطره 100م ويزن 14 مليون طن يسير بسرعة نهائية قدرها 25 كم/ ثا ويهدّد الأَرض بقوة تفجيرية قدرها 1000 ميغا طن إذا ارتطم بالأَرض. تنطلق واسطة الاعتراض في محاولة لحرفه عن مساره مسافة 10000 كم ليخطىء هدفه ويبتعد عن الأَرض عندما يكون علىٰ بعد 15 مليون كيلومتر، أَو لنقل قبل أن يصل بمدة أسبوع واحد. ويقدر سولم أن واسطة اعتراض من نوع أوريون تزن 3,3 طن تستطيع القيام بهذا العمل دون أن تحمل رأساً حربياً واحداً. حيث يقول: «إن المتفجرات النووية البالغ عددها 115 سيكون لها قوة تفجيرية تعادل 288 كيلو طن. . . . والزمن الذي تستغرقه ابتداء من لحظة الإطلاق وحتى لحظة الاعتراض خمس ساعات فقط. لذلك يكون لدينا الوقت

الكافي لإِطلاق واسطة اعتراض ثانية فيما لو حصل خلل في الأولى». سوف تحمل وسائط الاعتراض هذه إلىٰ المدار العميق صواريخ كيماوية، وتبدأ تشغيل محركاتها من ذلك المدار. ولو استخدم الوقود الكيماوي فسوف يلزم واسطة اعتراض تزن 6000 طن للقيام بالعمل نفسه، بل وستكون سرعتها بطيئة جداً لذلك لن يكون أمامها سوف فرصة واحدة فقط.

يتصور سولم وجود قوة حماية فضائية مؤلَّفة من مركبات دون طواقم ومتمركزة بشكل دائم في نقاط مستقرة من مجال السحب والتخلف بين الأَرض والقمر، وتكون هذه القوة تحت سيطرة دولية. لكن يرجح ألاّ يقبل أحد بهذا الاقتراح. ولعل محاولة في اللحظة الأخيرة لإِنقاذ مشروع أوريون قد تكون ردنا الوحيد والمفيد لتلك التنبؤات عن شيء يبلغ من الضخامة حداً يعطينا إِنذاراً قبل سنة أَو نحوها، إِنما يتطلب شيئاً هائلاً وسريعاً للتصدي له وإِن لزم الأمر وإِذا فشلت كل الوسائل الأُخرىٰ، يمكن إِطلاقه من سطح الأَرض. حينذاك قد يطلع علينا بعض المسؤولين في ناسا علىٰ نحو مفاجئ ويسألون: «من هم أولئك الذين يحدثون عن مركبة أوريون التي تزن 4000 طن؟ ألا يذكرون ما فعلنا سابقاً بكل تلك الخطط؟».

يقول هاريس ماير: «عند الاستعانة بأنظمة الكشف والتحقّق الجيدة نستطيع أن نكتشف الكويكبات التي تعبر مسار الأَرض ونعرف مداراتها بشكل مسبق. لكن الذي لا نعرفه هو ما إِذا كانت الانطفاءات التي حصلت بالماضي أم التي قد تحدث مستقبلاً ناجمة عن المذنّبات. والمذنّب له فرصة واحدة فقط للارتطام بالأَرض، وليس لنا إِلاَّ فرصة واحدة للتصدي له. ولدي إِحساس غريب بأننا سوى نحل جانباً واحداً من المشكلة، ألا وهو الكويكبات التي تعبر مسار الأَرض، ولن نحل الجانب الآخر منها».

وفي منطقة نائية وسط الجبال إِلىٰ الشمال من لوس ألاموس، ناقشت الأمر مع جنرال الجو المتقاعد إِد غيللر الذي كان منذ أربعين عاماً يبحث عن

مهمة تسوغ مشروع أوريون بٱعتباره مهماً للدفاع الوطني. وكنا آنذاك نتناول فطائر الحلوى مع دون بريكيت. وكان جوابه أن أحداً في البنتاغون لم يفكر جدياً في هذا الموضوع، لا في العام 1958، ولا اليوم. حيث قال: «لا أدري إن كانت هناك جهة معينة تتولى مسؤولية الدفاع عن الأَرض في وجه كويكب قادم إليها. هل هي وزارة الدفاع؟ أم وكالة الفضاء ناسا؟ أم هي الوكالة المسؤولة عن حماية الأَرض من التلوث؟ فهي تعالج مسألة تلوث الجو، أليس كذلك؟ ولن يحدث ذلك حتى تكلف جهة ما بهذه المهمة، ولن يكلف بها أحد حتى يؤخذ الأمر علىٰ محمل الجد أكثر مما هو حاصل اليوم».

لقد حافظ دون وماري بريكيت علىٰ عادة تناول فطائر الحلوى المتخمِّرة لمدة أربعة وخمسين عاماً. سألتهما: «ودونما انقطاع؟» فأجابا «ليس تماما». إذ في أحد أيام فصل الشتاء، وبينما كانا غائبين عن المنزل، ويتولى شخص آخر الإشراف عليه في غيابهما، ألقى هذا المندوب بتلك الفطائر بعيداً بغير قصد، ودونما إدراك لأهميتها عندهما، فكانت هذه الحادثة بمثابة ٱنطفاء لهذه العادة. ولكن لحسن الحظ، كان رأي غيلبرت أحد زملاء دون عندما كان في مركز الأَسلحة الخاصة التابعة للقوى الجوية يحتفظ بنسخة إضافية منها، فعادت الحياة إلىٰ تلك الممارسة. غير أننا لا نملك نسخة إضافية للحياة علىٰ الكرة الأَرضية.

في أواخر فصل الربيع من عام 1999، وعلىٰ نحو مفاجئ، ذكر فريمان دايسون في بعض ما كتبه: «حجز مسؤولو ناسا غرفة الاجتماعات في معهد الدراسات المتقدمة في برنستون للفترة الصباحية من يوم الاثنين القادم، وسوف يأتون بالطائرة من هنتسفيل وبصحبتهم اثنا عشر عالماً يريدون التحدّث عن مشروع أوريون، فهل يعرفون شيئاً لا نعرفه؟».

وبعد أن انتهت هذه الزيارة وما تضمنتها من مناقشات كتب فريمان: «انتهت اليوم زيارة أولئك الغزاة القادمين من هنتسفيل. تحدَّثوا وكأنهم يفكرون

جدياً بإِعادة إِحياء مشروع أوريون باعتباره خياراً طويل المدى أمام ناسا. والواقع أن القليلين جداً منهم يعرفون شيئاً عن التفاصيل الفنِّيَّة للمشروع، لذلك قضيت معظم وقتي أشرح لهم الأساسيات. لم أجادلهم حول ما إِذا كان شيء مما قلته يمكن تحقيقه علىٰ أرض الواقع. وقلت لهم إِن أفضل ما يمكن أن يفعلوه أن يصنعوا تمثيلاً علىٰ الكومبيوتر لنظام أوريون بمجمله، مستعينين في ذلك بمجموعات الرموز الخاصة بدينامية السوائل الخاصة بالإِشعاع من أجل التفاعل بين الوقود الدفعي والدافع، وبمجموعات الرموز الحديثة الخاصة بانتقال النيوترونات من أجل معرفة جرعات الإِشعاع الداخلية، وبمجموعات الرموز الحديثة الخاصة بالعناصر لمعرفة البنية الميكانيكية. وبسبب التطور الهائل والتحسينات التي أدخلت علىٰ الآلات ومجموعات الرموز منذ عقد الستينيات، يستطيعون معرفة الإِجابة عن كثير من الأسئلة التي لم ندرِ جواباً لها في الزمن الماضي، وبصورة خاصة إِذا تمكوا من إِجراء تمثيل ثلاثي الأبعاد لدينامية السوائل لمعرفة مقدار المزيج المضطرب للوقود الدفعي مع مادة الصفيحة الدافعة المتعرضة للتآكل اللازم لزيادة التآكل. وكانت تلك أكبر قيمة لمجهول كنا نرغب بإِجراء تجربة نووية لقياسها. وهم يستطيعون قياسها هذه الأيام عن طريق التمثيل علىٰ الكومبيوتر. وهكذا أصبح بالإِمكان الآن معرفة الإِجابة عن أسئلة أساسية تتعلّق بالجدوى الفنِّيَّة دونما حاجة لإِجراء تجربة نووية».

إِذن، بدأت ناسا الآن تزيل الغبار عن الأفكار القديمة وتعيدها للحياة، في سبيل الاستعانة بها كخطة طوارئ قريبة الأجل في مجال الدفاع ضد مذنّب، أَو كويكب قادم، أَو للاستعانة بها في مهمات مستقبلية للتنقّل فيما بين الكواكب السيارة. وقد ٱستعيض عن عبارة «الدفع بالنبضة النووية» حيثما وردت بعبارة «الدفع بالبلازما ذات النبضة الخارجية»، أي أنهم رفعوا من النصوص كلمة «نووي» وكل إِشارة ترمز إِلىٰ كلمة «قنابل». فقد ذكر لي جوزيف بونوميتي،

وهو مهندس يعمل في قسم الصواريخ التابع لناسا والكائن في هنتسفيل في أعقاب زيارة قام بها إلىٰ برنستون: «إن هذا مركز بحوث جديد خاص بالدفعيات، ويفترض فيه أن يقوم بدراسة كافة منظومات الدفع المتطورة. وقد استعانوا بعدد من الأشخاص من الخارج، وهذا أمر غير معتاد في ناسا. لذا أخذت أفكر بمشروع أوريون. وحقيقة الأمر أنني فكرت بأشياء أُخرىٰ أيضاً، مثل المفاعلات ذات النواة من الغاز النووي، وما شابهها. وقلت لهم «إن هذا لن يفضي بنا إلىٰ شئ، ولا توجد طريقة تجعله مجدياً من الناحية الهندسية». فقالوا: «وما رأيك بأن تعيد النظر في ذاك المشروع الذي دعي باسم مشروع أوريون؟ إنَّه شيء مجنون، ولكن فكر به». وفعلاً أخذت أدرسه، وقلت في نفسي «يا عجباً! توجد إمكانيات هائلة كامنة فيه». في جميع الأنظمة الأُخرىٰ، حالما تبدأ بصنع العتاد، تبدأ تفقد الـIsp القصوى التي تظن أنك سوف تحصل عليها، وينتهي بك الأمر في الحصول علىٰ نصف أَو ثلث الحد الأقصى الذي تبتغيه. لكن أوريون نقيض ذلك. تقول في نفسك «حسن أنا أعرف أني سأحصل علىٰ القيمة ثلاثة آلاف، وإن فعلت ذلك بالطريقة الصحيحة، نستطيع الحصول علىٰ قيمة أكبر»».

وأجريت اتصالاتي مع هنتسفيل، وأغلب ظني أن وكالة ناسا قد نقبت عن الوثائق الفنية الأصلية لمشروع أوريون، وأنها لا بد وقد عثرت علىٰ التقرير الذي وضعه فيرنر فون براون عام 1964 موضحاً فيه مزايا المشروع، والذي أخفقت في العثور عليه جميع المحاولات التي كانت تستعين أيضاً بقانون حرية المعلومات. وقد واجهت ناسا، لسوء الحظ، صعوبات كبرى في الحصول علىٰ الوثائق الأساسية للمشروع، ورغبت بالحصول علىٰ نسخة لها مني - وبالسرعة الممكنة! استعرضت لائحة الوثائق التي لدي فانتقت الوكالة منها نحو 1759 صفحة. وجاءتني رسالة من هنتسفيل تحمل الكلمات: «من المؤسف القول إن الحكومة لا تستطيع أن تقدّم لي بعض المراجع التي لديك، وليس

سهلاً عليّ أن أقول إن الحكومة (أي وكالة ناسا) ترغب في شراء نسخ لجميع المراجع التي حصلتَ عليها من الحكومة! وأنا أقول لك ذلك جاداً في قولي». وطبعت نسخاً منها وأرسلتها بالبريد السريع الذي يستغرق وصوله إليهم يومين فقط. وهكذا أصبحت بائعاً/ مقاولاً رسمياً لدى ناسا وبأجر قدره (7) سنتات للصفحة الواحدة، وذلك بعد أن ملأت استمارة «طلب أسعار» مؤلفة من سبع صفحات، تبعها أمر شراء مؤلف من ثمان صفحات وتبعها أيضاً استمارة أخرى بعنوان «نظام دفع للبائع» يحمل توقيعاً من موظف مسؤول في المصرف.

وبعد شهور معدودة تلقيت مسودة تقرير صادر عن ناسا يحمل العنوان «الدفعيات بالبلازما ذات النبضة الخارجية وإمكاناتها للمستقبل القريب» من تأليف ج. آ. بونوميتي J. A. Bonometti وب. ج. مورتون P. J. Morton وج. ر. شميدت G. R. Schmidt، يعيد إلىٰ أذهان القارئ ما جرى عام 1958 حيث ورد فيه:

«في التطبيقات الخاصة بالمركبات الفضائية، تقوم آلية نقل الزخم بتحويل الطاقة الشديدة لموجات البلازما إلىٰ تسرع في المركبة يمكن أن تتحمّله المركبة ذاتها وطاقمها. تتيح هذه الفكرة في الدفع تحقيق أداء عالٍ جداً فيما يتعلجق بالدفع النوعي والنسبة بين الوزن والاندفاع، وهذا شيء لا تستطيع مبادئ الدفع الأُخرىٰ القائمة علىٰ التكنولوجيا الحالية أن توفّره. وأما الاهتمامات السياسية التي أوقفت العمل بهذا النظام (ونقصد بذلك إنهاء مشروع أوريون) فقد لا تكون اهتمامات يصعب تجاوزها، مثلما كانت في عام 1965. وإن الدعوة لاستخدام نظام الدفع بالبلازما ذات النبضة الخارجية تنطلق من كونه قليل الكلفة، وإمكانية الاستخدام ثانية، وسرعة التنقل بين

الكواكب، وسلامته، ووثوقيته، واستقلاليته عن الاختراقات التكنولوجية الكبرى الأُخرىٰ. وواقع الأمر، إِن الجيل الأول من نظام الدفع بالبلازم ذات النبضة الخارجية القائم علىٰ التكنولوجية الحالية قد يكون الشكل الوحيد للدفع الذي يمكن تطويره عملياً، وعلىٰ أَرض الواقع، إِلىٰ شكل من أشكال تحقيق الطموح لرحلات استكشافية مأهولة إِلىٰ ما وراء المريخ في القرن الحادي والعشرين. كما أَنَّه يتيح لنا طريقة دفاعية فعّالة جداً للتصدّي لأي صدام قد يحصل بين أجرام كوكبية صغرى والأَرض، وهذا قلق يساور الجميع في هذه الأيام.

وتقوم ناسا حالياً بإِجراء البحوث في تكنولوجيات متطورة للدفعيات تستطيع دعم الرحلات الاستكشافية الطموحة التي تحمل الإِنسان في أرجاء المجموعة الشمسية في مطلع القرن الواحد والعشرين. لذلك فإِن هذه الحاجة لكثافات عليا من الطاقة تلغي الحاجة إِلىٰ كافة مصادر الطاقة عدا النووية. والتأكيد علىٰ الفيزياء المعروفة حالياً. وإِمكانات الاستفادة منها تشدّد القيود علىٰ احتمالات اللجوء إِلىٰ عمليات الانشطار. ومن عمليات الانشطار التي تمت دراستها في الماضي (الحراري النووي ذو النواة الصلبة، النواة الغازية، النبضة النووية الداخلية والخارجية) لا يوجد سوى النبضة النووية الخارجية وحدها التي تستطيع تجاوز قيود الدفع النوعي Isp التي يفرضها

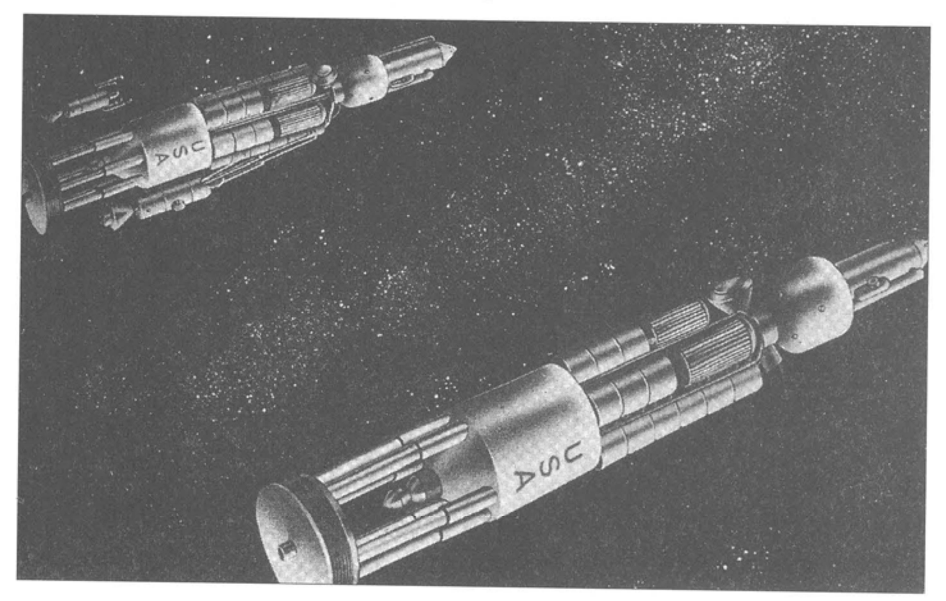
احتواء الغاز الساخن، وتعطي الكثافات العليا للطاقة اللازمة لعمليات النقل الطموح في الفضاء. والمبادئ الفيزيائية المعتمدة في تكوين انفجار انشطاري كبير الفاعلية مفهومة لدى الجميع، أما في الحيز المفرغ من الهواء، فإن هذا الانشطار يولّد جسيمات متأينة تنطلق بسرعة عالية في جميع الاتجاهات. وعلىٰ هذا النحو فإن مبدأ «ركوب موجة البلازما» يدعى وبما يلائم المضمون «الدفع بالبلازما ذات النبضة الخارجية».

إن هذا المبدأ يقدم لنا تكنولوجيا تتيح لنا التفكير جدياً برحلات فضائية تقودنا إلىٰ الكواكب الخارجية، كما يعمل أيضاً علىٰ تقصير أزمان الرحلات إلىٰ المريخ وغيره من نقاط الوصول القريبة بشكل ملحوظ. لكن اللافت هو التطبيق الأكثر إلحاحاً لمبدأ الدفع بالبلازما ذات النبضة الخارجية، واستخدامه وسيلة دفع ضد الكويكبات أَو المذنّبات. صحيح أن ثمة احتمالاً ضئيلاً جداً إلىٰ حد الإهمال لأن تتعرض الأَرض لصدام من أجسام كبيرة الحجم تسبِّب دماراً كارثياً يصل إلىٰ حدوث انطفاء لها، إلاّ أن الإدارة الجيدة للمخاطر تحتم علينا بذل الجهود في سبيل التخطيط لإجراءات مضادة إن أمكن.

لكن العقبة الكأداء التي تقف في وجه تطوير مبدأ الدفع بالبلازما ذات النبضة الخارجية ذات طبيعة سياسية. بيد أن المشهد السياسي قد أصابه بعض

التغييرات الهامة جداً، وهذا الواقع قد يتيح فرصة لمبدأ الدفع بالبلازما ذات النبضة الخارجية، حيث فشل مشروع أوريون. لقد انتهت الحرب الباردة، وتلاشت معها مخاوف مواجهة نووية، إلىٰ حد ما. والظروف السياسية الاجتماعية، علىٰ عكس الفيزياء، قد تتبدل، وربما تظهر الحاجة، وبناء علىٰ مذكرة إخطار قصير الأجل، إلىٰ نظام دفعي يحتوي كل هذه الإمكانات الهائلة. وربما يكون توقيت تطوير نظام الدفع بالبلازما ذات النبضة الخارجية أفضل كثيراً مما كان عليه مشروع أوريون. والتعاون الدولي حالياً هو السائد في مناح عديدة، ويمكن الاستفادة منه في التطبيقات السلمية للمواد النووية غير المستعملة، كما يمكن التخلّص نهائياً من ترسانات المواد القابلة للانشطار، والتلوث البيئي سيكون معدوماً إذا جرى ذلك كله خارج الطبقة المغناطيسية للأَرض. وختاماً، يمكن القول إن الإنسان يقف حالياً علىٰ أعتاب مرحلة جديدة هي مرحلة الاستكشاف الحقيقي وتطوير الوارد والإقامة بشكل دائم في الفضاء الخارجي».

ولكن هل عثر أحد في هنتسفيل علىٰ تلك الوثيقة الضائعة التي وضعها فيرنر فون براون حول الدفع بالنبضة النووية؟ فالحصول علىٰ نسخ جديدة من وثائق أوريون ووضعها في ملفات ناسا أمر بالغ الأهمية في الحفاظ علىٰ المعلومات المتعلقة بجميع تفاصيل المشروع، سواء سيؤدي ذلك إلىٰ نتائج إيجابية في هذا القرن، أم لا. ولكن ماذ حصل لبقية وثائق أوريون ولكل تلك المعلومات غير المكتوبة والتي تراكمت في أذهان من عملوا في المشروع منذ



اثنتان من مركبات استكشاف المريخ تسيران في قافلة: لاحظ «التكسي الفضائي» الذي يقوم بعملية النقل فيما بين المركبات. عندما تعود المركبات إلىٰ المدار حول الأرض، ينتقل الطاقم إلىٰ كبسولات تحملهم إلىٰ الأرض، تاركين مركبات أوريون في المدار من أجل الإصلاح وإعادة التزوّد بالوقود.

ظهوره؟ وهل ثمة سبب يدعو لإخفاء الخطط الأصلية لمركبات أوريون ورحلاتها فيما بين الكواكب عن أعين الناس؟.

وقد وضعت في آخر هذا الكتاب لائحة بالتقارير الفنِّيَّة المعروفة عن مشروع أوريون، لكن عدداً كبيراً من هذه التقارير لا يزال ضمن المحفوظات السرِّية تحمل عبارة «سرِّي - يحظر تداولها»، ولا أحد يدري ما إذا كانت محتوياتها من بيانات ومعلومات تحقِّق المعايير المطلوبة حالياً لمواصلة حفظها سريةً، لا يجوز تداولها. وتشكِّل هذه التقارير، إضافة إلىٰ ما تحتويه من سجل مفصل لمشروع نشأ في ظل الحرب الباردة وعرض لكافة الحجج السياسية المؤيدة والمعارضة لعسكرة الفضاء، عملاً علمياً متكاملاً يمكن الاستفادة منه في يوم من الأيام، حتى لو كانت هذه التقارير، كما يقول بيرت فريمان: «كابحة لأي تفكير جديد فيه» فيما لو قدّر لتطويره أن يتواصل. وطالما بقيت

هذه التقارير في الحفظ السري، فإن معرفة أماكن وجود نسخ لها، إن وُجدت، تبقى ضمن دائرة الشك. ورفع السرِّيَّة عنها هو الطريقة الوحيدة التي تضمن توزيع وحفظ النسخ. كما أَنَّها الطريقة الوحيدة التي تتيح لمؤلفيها مراجعة ومناقشة ما كتبوا بملء حريتهم.

ذات يوم كتب إدوارد تيللر مقالة قصيرة حول السرِّيَّة بعنوان «الطريق إلىٰ لا مكان» اعتمد فيها علىٰ حكاية سمعها حين كان طفلاً في هنغاريا تروي قصة عصابة من الدمى الهاربة تصل إلىٰ مفترق في الطريق يؤدي إلىٰ تفرعين نصبت يافطة كتب عليها «إلىٰ لا مكان» علىٰ أحد هذين الفرعين، ويافطة أُخرىٰ كتب عليها «إلىٰ كل مكان» علىٰ التفرّع الآخر. واختارت الدمى الطريق المؤدي إلىٰ «كل مكان» وتصادف في مسيرها شتى أنواع المتاعب، لكنها في النهاية تصل إلىٰ البيت. وهذا ما يريد تيللر توضيحه في قوله: «العلم يزدهر علىٰ الانفتاح. لكننا إبان الحرب العالَمية الثانية كنا مجبرين علىٰ تنفيذ تعليمات السرِّيَّة. ثم أُعيد النظر في موضوع السرِّيَّة بعد أن وضعت الحرب أوزارها، إلاّ أن ممارسة الفصل بين ما يجب أن يحفظ تحت غطاء السرِّيَّة وما لا يجب قد تواصلت، إنَّه «أمننا» سواء نجح أم فشل. ولدينا الآن الملايين من الوثائق الفنِّيَّة السرِّية، غير أن القيود التي نفرضها علىٰ أنفسنا من خلال حظر تداول المعلومات أكبر كثيراً من أية فائدة قد يجنيها الآخرون جراء تقليدهم لأفكارنا. أنا لا أزعم أن الانفتاح لن يفضي إلىٰ بعض المتاعب، لكنني أثق أَنَّه يتيح لنا أفضل إمكانية للوصول إلىٰ البيت بسلام».

وفي هذا الإطار ذاته يقول والدي: «في الحقيقة لا توجد الآن أسرار لها أهميتها» لكنه في الوقت نفسه يضع استثناءاً واحداً حين يذكر وجود بعض المعلومات التي تجعل الإرهابيين يقومون بتفجير مقدار صغير من مادة قابلة للانشطار من المحاولة الأولى. غير أن سجلات مشروع أوريون يمكن أن تفتح دون الكشف عن مثل هذه التفاصيل، أَو دون أن نغوص في مستنقع جدال

لتقرير ما إذا كان هذا المشروع تكنولوجيا جديرة بالتطوير. والمسألة النظرية حول ما إِذا كان صنع مشروع أوريون ممكناً فنياً ـ الآن أَو في عام 1958 ـ مفصولة كلياً عن السؤال السياسي لماذا نصنعها. لكن انتشار السرِّيَّة علىٰ نطاق واسع لم يقف حائلاً أمام انتشار القنابل علىٰ نطاق واسه. فالأَسلحة النووية، مثلها مثل نبات الفطر، تنمو وتتكاثر في الظلام. أجل! توجد مضامين عسكرية مرافقة للقنابل ذات الطاقة الموجهة والمردود المنخفض التي يمكن أن تستخدم قوة دفع لمركبة أوريون، ولكن من الأَسلم أن تكون احتمالات مثل هذه التهديدات والأخطار مكشوفة ومعروفة لدى الجميع بدلاً من السكون إِلىٰ الافتراض بأن الآخرين الذين تتوفّر لديهم المعرفة المماثلة في الفيزياء لن يفكّروا بمثلها لأنفسهم. فالأرنب قد انطلق من القبعة ولن يعيده إِليها أحد.

كان مشروع أوريون في عام 1958 قفزة طموحة أكثر مما ينبغي. وكان كلا الجانبين من النقاش علىٰ حق. الدفع بالنبضة النووية لم يحن أوانه بعد، ولا بد أن ينتظر، لكنه في يوم من الأيام سوف يعود إِلىٰ الحياة من جديد. فنحن الذين نترصد الشمس وننصب الشراك لها فأين تفلت؟ جاء في رواية كتبها الروائي الشهير هـ. ج. ويلز H. G. Wells عام 1914 عندما لاح في الأُفق بزوغ فجر عصر الطاقة الذرِّيَّة: «تلك الومضة الأولى للفكر المتقد، تلك القصة الأولى لإِنجازات بني البشر، وذلك الراوي يحكي قصته، وعيناه توهجان، ووجنتاه محمرتان ويداه تومئان يمسك بيد مستمعه الذي جلس غير مصدق فاغراً فاه، علّه يكون أشد اهتماماً. تلك كانت البداية التي ترقى إِلىٰ حد المعجزة لعصرٍ لم يشهد عالمنا مثيلاً له من قبل. عصر آذن بهلاك العمالقة، وفيه طفق الإِنسان ينصب الشرك ليصيد الشمس».

ولسوف يأتي يوم تلتقي فيه المركبة أوريون الفضائية مع أوريون الصياد في مكان ما بين النجوم.

ملحق

التقارير الفنيّة لمشروع أوريون 1957 ـ 1965

بسبب القيود المفروضة بموجب قانون هيئة الطاقة الذرِّيَّة لعام 1954 فإن هذه اللائحة غير كاملة.

تايلور، ت. ب. «ملاحظات حول إمكانية الدفع النووي في مركبة كبيرة جداً تنطلق بسرعة أكبر كثيراً من سرعة الانفلات من الجاذبية الأرضية» رقم GAMD-250، تاريخ 3/11/1957.

تايلور، ت. ب. وروزنبلوث، م. ن، رقم GA-292، العنوان والتاريخ غير معروفين.

تقرير رقم GA-464، المؤلف والعنوان والتاريخ غير معروفين.

تقرير رقم GACP-340، المؤلف والعنوان والتاريخ غير معروفين (أرسل المقترح إلىٰ وكالة مشاريع البحوث المتطوّرة في شهر أيار/ مايو 1958 تقريباً).

«دراسة جدوى لمركبة فضائية بدفع من القنابل النووية»، عنوان العقد رقم AF 18 (600) - 1812 تاريخ 30/6/1958 الموقع بين آمرية البحوث والتطوير التابعة لقيادة القوى الجوية في الولايات المتحدة وشركة جنرال أتوميك، إحدى الشرك التابعة لشركة جنرال دايناميكس.

دايسون، ف. ج.، «الاستقراء والتحكّم في المركبة الفضائية»، رقم GAMD-424، تاريخ 8/7/1958.

دايسون، ف. ج.، «ملاحظة حول عدم النفوذية القصوى»، رقم GAMD-469، تاريخ 8/7/1958.

كريستي، ر. ف. «امتصاص المواد الباردة للأشعة السينية»، رقم ljt[vhj470، تاريخ 31/7/1958.

فير بلانك، د. و.، «التذبذبات الارتدادية والاجهادات في الدافع المسطح» رقم GAMD-469، تاريخ 3/8/1958.

لويس، ه. و.، «اللانفوذية في درجات الحرارة المنخفضة وفق منهج الغروم»، رقم GAMD-460 7/8/1958.

لويس، هـ. و.، «عدم الاستقرار فوق طبقة ضحلة من السوائل عند هيلمهولتز»، رقم GAMD-478، تاريخ 11/8/1958.

دايسون، ف. ج.، «حساب معادلة الحالة واللانفوذية للبوليمثيلين (CH2) في كومبيوتر IBM 650»، رقم GAMD-483 تاريخ 11/8/1958.

فيربلانك، د. و.، «موجات الإجهاد الانضغاطي وفقدان الطاقة في صفيحة الدافع»، رقم GAMD-472 تاريخ 1958/8/12.

دايسون، ف. ج.، ونويز، هـ. ب.، «التمدد الحر في الغاز» رقم GAMD-476 تاريخ 1958/8/14.

روس، ف. و.، «استقرار الحركة الناجمة عن الانفجار» رقم GAMD-937 تاريخ 1958/8/14.

روس، ف. و.، «استقرار الحركة الناجمة عن الانفجار» رقم -GAMD تاريخ 1958/8/18.

دايسون، ف. ج.، «الرحلات إلىٰ أقمار الكواكب الخارجية»رقم GAMD-490 تاريخ 1958/8/20.

نويز، هـ. ب.، «الحل الهايدروديناميكي ذو الحد الجداري القاسي والبُعد الواحد القابل للفصل» رقم GAMD-484 تاريخ 1958/8/22.

ثورنتون، ر. ل.، «دراسة لمسألة ماصات الصدمة» رقم GAMD-486 تاريخ 1958/8/25.

سيرسي، آ. و.، «ضغوط البخار في المواد المقاومة للصهر وانفلات الغازات تحت ضغوط خارجية عالية جداً» رقم GAMD-498 تاريخ 1958/9/4.

دايسون، ف. ج.، «التمدد الحر للغاز (2) . نموذج Gaussian» رقم GAMD-507 تاريخ 1958/9/5.

بروكنر، ك. آ.، «امسير الاتفاقي لخط سير القذيفة بسبب اختلال وضع القنبلة» رقم GAMD-521 تاريخ 1958/9/9.

تريشو، م.، «خط مسار الصاروخ المندفع بانحراف عن المركز» رقم GAMD-541 تاريخ 1958/9/19.

بروكنر، ك، آ، (مع عمل من تأليف هـ. و. لويس) «التذبذبات الجماعية في الذرة»، رقم GAMD-517، التاريخ غير معروف.

دايسون، ف. ج.، «الدفق فوق صوتي عند الحافة» رقم GAMD-565 تاريخ 1958/10/6.

دايسون، ف. ج.، «التمدد الحر للغاز (3)» رقم GAMD-566 تاريخ 1958/10/17.

نويز، هـ. ب.، «طريقة حساب معادلة الحالة لـAB2» رقم GAMD-572 تاريخ 1958/10/21.

فريمان، ب. إي، (مع عمل من تأليف م. ن. روزنبلوث)، «بنية الصدمة في وسط محصور غير نفوذ للإشعاع» (الجزء 2 والجزء الأول ضمن المحفوظات السرِّية) رقم GAMD-578 تاريخ 1958/10/27.

روزنبلوث، م. ن. «مسألة الانتشار الإشعاعي في وسطين» رقم GAMD-583 تاريخ 1958/10/31.

دايسون، ف. ج.، «المدية والحبّار» رقم GAMD-599 تاريخ 1958/11/14.

دافيد، سي. ف، «تحديد خواص الصاروخ» رقم GAMD-601 تاريخ 1958/11/24.

دايسون، ف. ج.، «البرمجة المثالية للصعود الشاقولي في الغلاف الجوي» رقم GAMD-691 تاريخ 11/12/1958.

تريشو، م.، «مشروع أوريون، مركبة تزن 4000 طن، مارك (1)» (العنوان غير أكيد) رقم GAMD-616 تاريخ 1958/12/12.

فرميان، ب. إي. «خصائص التحليق أثناء الإقلاع عبر الغلاف الجوي» رقم GAMD-622 تاريخ 12/15/1958.

دافيد، سي، ف.، «الإقلاع والهبوط علىٰ الكواكب والأقمار بمساعدة الصواريخ» رقم GAMD-625 تاريخ 1958/12/18.

بيرنشتاين، ج. «التآكل في مرحلة متأخرة» رقم GAMD-630 تاريخ 1958/12/22.

بروكنر، ك. آ.، «اضطراب تحليق الصاروخ أثناء الخضرية» رقم GAMD-631 تاريخ 1958/12/22.

تايلور، ت. ب.، «جدوى المركبة الفضائية ذات الدفع بالنبضة النووية»، تقرير تمهيدي عن سير الأعمال، الرقم والتاريخ غير معروفين.

فريمان، ب، إِي، «الانعكاس النظامي للغاز المتساقط بشكل مائل على الجدار» رقم GAMD-668 تاريخ 1959/2/2.

فريمان، ب، إِي، «رحلات ذهاب وعودة إلىٰ المريخ والزهرة بأقل قدر من الطاقة» رقم GAMD-672 تاريخ 1959/2/5. ويتضمن ملحقاً بعنوان «الهبوط علىٰ أقمار المريخ».

تريشو، م. «تحسين الاستقرار في ماصات الصدمة الحلقية المرنة» رقم GAMD-707 تاريخ 10/3/1959.

دايسون، ف. ج.، «دراسة تمهيدية للتآكل بالحمل» رقم GAMD-710 تاريخ 1959/3/17.

دان، ب. ب، «الضغوط بفعل موجة الصدمة المنعطفة» رقم GAMD-715 التاريخ غير معروف.

دايسون، ف. ج.، (العنوان من المحفوظات السرِّيَّة)، رقم GAMD-752 تاريخ نيسان/ أبريل 1959.

بيل، سي، دبليو، (مع عمل من تأليف ج. هـ ألكساندر، وسي، ف. دافيد، سي، إِف، سبريغ) «برنامج كومبيوتر ومعادلات تفاضلية، IBM 704، فورتران Fortran»، رقم GAMD-794 تاريخ 1959/4/8.

تريشو، م. «مشروع أوريون، مركبة تزن 4000 طن، مارك (2)» رقم GAMD-808 تاريخ 1959/4/18.

دايسون، ف. ج.، «دراسة الأبعاد لمركبات فضائية من نوع أوريون» رقم GAMD-784 تاريخ 23/4/1959.

فريمان، ب، إِي، (مع عمل من تأليف س. س. لوميس) «خواص التفاعل لتيار من الجسيمات الدقيقة مع قرص دائري»رقم GAMD-761 تاريخ 1959/4/24.

دان، ب. ب، ودايسون، ف. ج.، وتريشو، م.، إعداد ت. ب. تايلور، «مشروع أوريون: دراسة جدوى لمركبة فضائية ذات دفع بالقنابل النووية ـ التقرير السنوي المؤقت 1959/7/1» رقم GAMD-837 نيسان/ أبريل 1959.

ريباربيللي، سي.، «انتشار موجة الشد في قضيب عبر تبدل أقسامه» رقم GAMD-912 تاريخ 1/5/1959.

نوين، هـ ب.، «المعادلة التقريبية للحالة في CH2 (ev 2.0-0.1 عند 10^6-1 atm.) رقم GAMD-800 تاريخ 1959/5/19.

دافيد، س، ف، «تجربة تدوير حبل النايلون» رقم GAMD-810 تاريخ 1959/5/25.

نواك، م. ج.، «موجز ابتدائي لمسألة ماصات الصدمة» رقم GAMD-823 تاريخ 1959/6/1.

دايسون، ف. ج.، «الغبار الذري النشط إشعاعياً المتساقط من مركبات فضائية ذات دفع من القنابل» رقم GAMD-835 تاريخ 1959/6/2.

دايسون، ف. ج.، «تأثيرات حظر تجارب القنابل علىٰ تطوير المركبات الفضائية»، رقم GAMD-851 تاريخ 1959/6/5.

تريشو، م. «الأنابيب الهوائية الحلقية من أجل ماصات الصدمة ذات الاتجاهين». رقم GAMD-839 تاريخ 1959/6/10.

دان، ب. ب.، «برنامج تجارب لمشروع أوريون» رقم GAMD-845 تاريخ 16/6/1959.

تقرير بعنوان «دراسة جدوى لمركبة فضائية ذات دفع بالقنابل النووية، مشروع أوريون، تقرير عن وضع المشروع رقم 12» رقم GAMD-864 تاريخ 3/7/1959.

بيرنشتاين، ج. (مع عمل من تأليف د. ج. دايسون)، «اللانفوذية ومعادلات الحالة لبعض خلائط العناصر الخفيفة» رقم GAMD-865 تاريخ 6/7/1959.

بيرنشتاين، ج، ودايسون، ف. ج.، «اللانفوذية المتواصلة ومعادلات الحالة للعناصر الخفيفة عند الكثافات الدنيا» رقم GAMD-848 تاريخ 13/7/1959.

دان، ب، ب.، «إجراءات السلامة في موقع بوينت لوما للتجارب» رقم GAMD-915 تاريخ 17/7/1959.

دان، ب. ب.، «قياس الغازات ذات السرعة العالية المنطلقة من أسطوانة متفجرة» رقم GAMD-922 تاريخ 24/7/1959.

روس، د. و.، «معيار معين للجدوى» رقم GAMD-897 تاريخ 30/7/1959.

دافيد، س، ف.، «دراسة للمركبات ذات الدفع بالقنابل والتي تطلق إلىٰ الفضاء كيماوياً» رقم GAMD-898 تاريخ 31/7/1959.

تقرير بعنوان «دراسة جدوى لمركبة فضائية تعمل بدفع من قنابل نووية، مشروع أوريون، تقرير عن وضع المشروع رقم 13» رقم GAMD-911 تاريخ 3/8/1959.

بارانغر، م. (مع عمل من تأليف ج. س. ستيوارت)، «حساب عروض الخط» رقم GAMD-927 تاريخ 13/8/1959.

كيس، ك. م. «استقرار الدفق غير الدبق في المستوى كويت Couette» رقم GAMD-918 تاريخ 20/8/1959.

تقرير برقم GAMD-929 ـ مجهول العنوان والمؤلف والتاريخ (بخصوص نموذج قياس 1: 130).

دايسون، ف. ج.، «اقتراح لإجراء تجربة تهدف إلىٰ قياس عمر النيوترون» رقم GAMD-957 تاريخ 25/8/1959.

بيرمان، هـ، (مع عمل من تأليف، س. س. شوي) «البنية ذات التماوج المتغضن والقشرة المزدوجة» رقم GAMD-963 تاريخ 1/9/1959.

نواك، م. ج، «تأثير اللزوجة والناقلية الحرارية في بنية الصدمة» رقم GAMD-972 تاريخ 4/9/1959.

د. ويت، ب. س. «الاستخدامات العلمية للمركبات الفضائية الضخمة» رقم GAMD-965 تاريخ 14/9/1959.

فولييه، و. ج. «بعض القيود علىٰ دقة تلسكوب يرصد الأَرض من المدار» رقم GAMD-986 تاريخ 14/9/1959.

كيس، ك. م. «استقرار الغلاف الجوي في حالته المثالية» رقم GA-958 تاريخ 15/9/1959.

تايلور، ت، ب، «دراسة جدوى لمركبة فضائية ذات دفع بالنبضة النووية، إضافة إلىٰ التقرير النهائي المؤقت تاريخ 1/6/1959 ـ 15/9/1959» برقم GAMD-980 تاريخ شهر أيلول/ سبتمبر 1959.

تريشو، م. «دراسة تمهيدية للقِيَم المتغيرة» رقم GAMD-1036 تاريخ 18/9/1959.

يوتا، «معامل الضغط والمقاومة الضغطية من نصفي الكرة الأَرضية عند كل السرعات» رقم GAMD-992 تاريخ 22/9/1959.

بارانغر، م. (مع عمل من تأليف ج. س. ستيوارت)، «معامل امتصاص الفوتون في النوافذ بين خطوط الطيف» رقم GAMD-996 تاريخ 23/9/1959.

ريباربيللي، س. «تحليل النشوه لبنية صفيحية الشكل متمثِّلة بشبكة من الجوائز» رقم GAMD-998 تاريخ 24/9/1959.

دايسون، ف. ج.، «إمكانية وصول مركبة فضائية نووية ذات اندفاع عالٍ إلىٰ أقمار الكواكب الخارجية» رقم GAMD-1012 تاريخ 25/9/1959.

دايسون، ف. ج.، «درجات الصفر في وظائفية الهندسة الفوقية الرافدة» رقم GA-999 تاريخ 15/10/1959.

أستل، ج. «منظومة السلاح ذات الصواريخ البالستية عابرة القارات المتعددة» رقم GAMD-1067 تاريخ 2/11/1959.

دان، ب، ب، «حيود موجة الصدمة عند الزاوية» رقم GAMD-1104 تاريخ 19/11/1959.

كيس، ك. م. «الظواهر الحدية والاستقرار في الدفق بمستوى كويت Couette» رقم GA-994 تاريخ 19/11/1959.

ريباربيللي، س. «توزع الكتلة والقساوة في الصفيحة الدافعة لمركبة تزن 800 طن» رقم GAMD-1128 تاريخ 7/12/1959.

دان، ب. ب، وريتر، ب. ب.، وإيمز، م. ر. (مع عمل من تأليفإي، آ. داي، وج. آستل، وم. ج. فيني، ور. أ. سيزينا، ور. د. مورتون، ور. واطسون، ور. غودارد، وم. يونغ، وج. و. موريس، ور. ن. هاوس، ول. ديال، وو. ب. ماك كيني، وج. ر. بوب، وس. س. لوميس، وف. و. روس، وت. ب. تايلور). «تطوير نموذج للتحليق بقطر متر واحد وبقوة دفع انفجارية» رقم GAMD-1212 تاريخ 26/1/1960.

فايس، د. س. (العنوان محاط بالسرية) رقم GAMD-1228 تاريخ شباط/ فبراير 1960.

وايلد، ج. م. «مواد وصفية عامة حول أوريون» رقم GAMD-1240، شباط/ فبراير 1960.

نواك، م. ج. «الاهتزاز الامتدادي «الأبسط» للقرص الدائري» رقم GAMD-1230 تاريخ 8/2/1960.

روس، ف. و. «نبضة الدفع النوعية في النظام الدفعي» رقم GAMD-1293 تاريخ 8/2/1960.

فولييه، و. ج. «حيود الإشعاع حول قرص لانفوذ» رقم GAMD-1256 تاريخ 18/2/1960.

ريباربيللي، س. «تأثير الظاهرة الغشائية في انثناء الصفيحة الدافعة» رقم GAMD-1260 تاريخ 22/2/1960.

بيل، س. و. ولوميس، س. س. (مع عمل من تأليف س. ف. سبريغ، «PRESS: برنامج كومبيوتر ببرمجية Fortran II كومبيوتر IBM 704» رقم GAMD-1266 تاريخ 25/2/1960.

روس، د. و. «مكافئ الكتلة القابل للتخلص في الكتلة الثابتة» رقم GAMD-1294 26/2.

داي، إ. أ.، «تمثيل نبضة الضغط في البنية ذات الجدران السميكة» رقم GAMD-1273 تاريخ 29/2/1960.

تايلور، ت، ب، «المركبات ذت الدفع بالنبضة النووية» رقم GAMD-1276 آذار/ مارس 1960.

نواك، م. ج. «القساوة المكافئة في الألواح المصفحة» رقم GAMD-1267 تاريخ 7/3/1960.

دان، ب. ب. «تشكّل النفّاث من شحنات ذات تجاويف أسطوانية مبطنة» رقم GAMD-131 تاريخ 7/3/1960.

براون، هـ. د. (الابن) (مع عمل من تأليف ج. هـ. إلكساندر وس. س. لوميس) «BUMP ـ برنامج كومبيوتر ومعادلات تفاضلية والكومبيوتر IBM 704» رقم GAMD-1292 تاريخ 8/3/1960.

ريباربيللي، س. «تجاوب القذيفة الأسطوانية مع الحمل الدفعي المتماثل» رقم GAMD-1328 تاريخ 24/3/1960.

روس، ف. و. «نظام الدفع النوعي للمركبات ذات المراحل» رقم GAMD-1357 تاريخ 7/4/1960.

براون، هـ. د. (الابن) «منكب الجوزاء Betelgeuse» رقم GAMD-1393 تاريخ 12/4/1960.

نواك، م. ج. «طريقة مخروط التأثير من أجل معادلة الموجة مع التماثل الأسطواني» رقم GAMD-1389 تاريخ 27/4/1960.

تريشو، م. «دراسة القِيَم المتغيرة العامة» رقم GAMD-1402 تاريخ 10/5/1960.

أستل، ج. «نظام إطلاق مركبة ذات دفع بالنبضة النووية» رقم GAMD-1420 تاريخ 16/5/1960.

ريباربيللي، س. «انتقال موجة الإجهاد عبر الصفيحة الدافعة وماصات الصدمة المرتبطة بها» رقم GAMD-1480 تاريخ حزيران/ يونيو 19600.

فايس، د. س. «الشكل العام لمركبة تستجيب للنبضة النووية» رقم GAMD-1460 تاريخ 20/6/1960.

ماوتس، سي، و. «الشحنات المتفجرة لتوليد النفّاثات الغازية» رقم GAMD-1474 تاريخ 22/6/1960.

فولييه، و. ج. «تحويل طاقة البلازما إلىٰ طاقة حقل مغناطيسي» رقم GAMD-1484 تاريخ 23/6/1960.

دافيد، س. ف. «الدفع النوعي لنفّاث غاز يتمدّد بحالة مثالية» رقم GAMD-1488 تاريخ 27/6/1960.

تقرير بعنوان «مشروع أوريون ـ تقرير موجز مؤقت» رقم GAMD-1816 تموز/ يوليو 1960.

روس، ف. و. «الدفع النوعي في منظومة فضائية» رقم GA-1538 تاريخ 22/7/1960.

نواك، م. ج. «معلومات إضافية حول انتقال الحرارة إلىٰ الصفيحة الدافعة» رقم GAMD-1540 تاريخ آب/ أغسطس 1960.

فايس، د. س. «التحكم بالنيران في الوقود الدفعي المكون من شحنات في مركبة أوريون ـ الجزء الأول ـ منظومات الانتشار» رقم GAMD-1579 تاريخ 12/8/1960.

تريشو، م. «ماصات الصدمة الحلقية المتكاملة ـ تطوير متقدِّم» رقم GAMD-1615 تاريخ 12/8/1960.

بيري، د. ج. «تقرير ملخص حول تصميم مركبة تزن 880 طن» رقم GAMD-1632 تاريخ 24/8/1960.

ريباربيللي، س. «الانحرافات الكبرى في قرص يشبه العدسة» رقم GAMD-1714 تاريخ 8/9/1960 (أرفق في 27/4/1961 بملحق تصحيح الأخطاء).

بيرمان، هـ. (مع عمل من تأليف س. و. بيل وس. ريباربيللي) «تحليل دينامي ذو بعدين للأُطر والجملونات الخاضعة لوظيفة القسر المطلقة ـ الجزء الأول ـ الجملون المتماثل البسيط» رقم GAMD-1871 تاريخ 10/10/1960.

ريباربيللي، س. وبراون، د. «القذائف تحت أحمال دفعية» رقم GAMD-1732، الجزء الأول، تاريخ 12/10/1960.

فايس، د. س. وبيري، د. ج. «بعض الإمكانيات لمهام تقوم بها مركبات أوريون صغيرة الحجم ومحمولة بالصواريخ» رقم GAMD-1800 تاريخ شهر تشرين الثاني/ نوفمبر 1960.

بيرلشتاين، ل. د. (مع عمل من تأليف ر. وولش)، «مقارنة بين نهجين للفرق المحصور الضمني في مسائل انتشار الحرارة» رقم GAMD-1814 تاريخ 11/11/1960.

تايكمان، ت. «حركة القضيب اللامحدود المحشو بالنابض» رقم GAMD-1801 تاريخ 1960/11/15.

ريباربيللي، س. «دراسة القِيَم المتغيرة ـ الأسطوانة والمكبس» رقم GAMD-1830 تاريخ 1960/11/16.

تايكمان، ت. وداي، إ. أ، وفريمان، ب. إ. ولوميس، س. س. «برنامج عرض توضيحي حول النواحي العملية في مشروع أوريون» رقم GAMD-1861 تاريخ 1960/12/2.

بيرمان، هـ. (مع عمل من تأليف س. و. بيل وس. ريباربيللي) «تحليل دينامي ذو بعدين للأُطر والجملونات الخاضعة لوظيفة القسر المطلقة ـ الجزء الثاني ـ الجملون المتماثل البسيط» رقم GAMD-1871 تاريخ 1960/12/8.

وولش، ج. م. (مع عمل من تأليف س. و. ماوتس) «التيارات النفَّاثة المنطلقة من انهيار تجويف في حالة استقرار» رقم GAMD-1912 تاريخ 1960/12/29.

لوميس، س. س. «تمثيل دينامية الموائع والدفق الإشعاعي برموز SPUTTER» رقم GAMD-2264 تاريخ شهر حزيران/ تموز 1961.

تريشو، م. (العنوان ضمن المحفوظات السرِّيَّة) رقم GAMD-1930 تاريخ شهر كانون الثاني/ يناير 1961.

ريباربيللي، س. ««ماصات الصدمة من نوع البالون مع الشبكة» رقم GAMD-1977 تاريخ كانون الثاني/ يناير 1961.

دافيد، س. د. «الحد الأدنى من فقدان الطاقة في منظومة نوابض من كتلتين» رقم GAMD-2331 تاريخ 1961/1/16.

آستل، ج. «منظومة ماصات الصدمة ذات الأسطوانة المنشطرة والشوط الطويل» رقم GAMD-1978 تاريخ شباط/ فبراير 1961.

بيل، س. و. «إطار التحليل الدينامي للبنية، برنامج فورتران Fortran للكومبيوتر IBM 7090»، رقم GAMD-1955 تاريخ 1961/2/7.

بيرمان، هـ. «تأثيرات شكل النبضة في دينامية البنية الهيكلية» رقم GAMD-2030 تاريخ 1961/2/14.

بيرمان، هـ. (مع عمل من تأليف س. و. بيل وس. ريباربيللي) «تحليل دينامي ذو بعدين للأُطر والجملونات الخاضعة لوظيفة القسر المطلقة ـ الجزء الثالث ـ الجملون المعقد» رقم GAMD-1871 تاريخ 1961/2/17.

بيل، س. و. (مع عمل من تأليف د. فايس) «الرحلة. برنامج كومبيوتر كُتب ببرمجية Fortran لأجل كومبيوتر IBM 7090» رقم GAMD-2045 تاريخ 1961/2/22.

ريباربيللي، س. «الانحناء في قرص عدسي الشكل له دعائم منفصلة عند الحواض» رقم GAMD-2046 تاريخ 1961/2/22.

بيري، د. ج. «تصميم أوريون ودراسات التطوير نحو الأمثل» تاريخ شهر آذار/ مارس 1961.

برايزندورفر، ر. و. «معادلات الحركة للأُطر المفصلة بالمسامير والخاضعة لمجموعة مطلقة من القوى الخارجية والكبح الداخلي» رقم GAMD-2066 تاريخ 1961/3/1.

ووش، ج. م. «حول الموجات السطحية اللاخطية في الصفائح المعدنية (توهين النبضة والتفاعلات في السطوح الخالية من النبضة) رقم GAMD-2115 تاريخ 1961/3/10.

نواك، م. ج. «المعادلات العامة لدينامية الموائع وبصورة خاصة معادلات لاغرانج» رقم GAMD-2116 تاريخ 3/3/1961.

ليندلي، و. ب. «رزمة خطة مساعدة لبرنامج SC 4020 من أجل مجموعة رموز فورتران» رقم GAMD-2127 تاريخ 22/3/1961.

تيلوتسون، ج. هـ. «استخدام النظائر المشعة في تجارب التآكل» رقم GAMD-2117 تاريخ 6/4/1961.

نواك، م. ج. «تحليل موجز للتآكل الحاصل بفعل انتشار الإشعاع» رقم GAMD-2114 تاريخ 11/4/1961.

فايس، د. س. «أسلوب المناورة لتغيير مستوى المدار الدائري بأقل قدر ممكن من الوقود» رقم GA-2194 تاريخ 13/4/1961.

ماوتس، س. و. (مع عمل من تأليف هـ. ر. كراتز وج. س. ستيوارت) «الانسياب اللزج لطبقات رقيقة من الشحم الخاص بالتآكل» رقم GAMD-2237 تاريخ 17/4/1961.

وولش، ج. م. «التجويف الدينامي لمقاومة الشد في المعادن» رقم GAMD-2222 تاريخ 27/4/1961.

ريباربيللي، س. «ماصات الصدمة الهوائية لمركبات تعمل بقوة الانفجار» تاريخ 28/4/1961.

فريمان، ب. إ. «التغير المكاني المستمر في صيغة يوليريان للهيدروديناميك والنظام المتحرك للإحداثيات» رقم GAMD-2228 تاريخ 1/5/1961.

تايكمان، ت. «سلوك الطبقة الرقيقة اللزجة بتأثير القوى الميكانيكية والقوى الحرارية» رقم GAMD-2257 تاريخ 8/5/1961.

تيلوتسون، ج. هـ. «درع الظل الأمثل» رقم GAMD-2271 تاريخ 18/5/1961.

نواك. م. ج. «تطبيقات تقريب الاستطارة الأحادية لأشعة غاما واستطارتها الجانبية في الجو في مركبة فضائية نووية» رقم GAMD-2285 تاريخ 29/5/1961.

نواك، م. ج. «بعض الخواص الأساسية لموجات الصدمة» رقم GAMD-2288 تاريخ 1/6/1961.

وولش، ج. م. «توهين الصدمة من أجل الدفع المطلق». رقم GAMD-2341 تاريخ 19/6/1961.

وايلد، ج. م. «إنتاج السرعة العالية وبلازما عالية الكثافة بالمواد عالية التفجّر» رقم GAMD-2401 تاريخ 11/7/1961.

فولييه، و. ج. (مع عمل من تأليف ل. د. بيرلشتاين) «الهيدروديناميك في تفاعل الأشعة السينية والحديد البارد» رقم GAMD-2398 تاريخ 12/7/1961.

نواك، م. ج. «الاهتزام الامتدادي الأبسط للقرص الدائري» رقم GAMD-2443 تاريخ 27/7/1961.

تقرير بعنوان «مشروع للدفع من خلال تفاعل النبضة النووية/ الكيماوية (مشروع أوريون) تقرير موجز للفترة 16/9/1959 وحتى 30/6/1961» رقم GAMD-2419 تاريخ 28/7/1961.

دان، ب. ب. «تطوير نموذج للتحليق بقطر متر واحد يعمل بقوة دفع انفجارية» رقم GAMD-2188 تاريخ 28/8/1961.

ستيوارت، ج. س. وبيات، ك. د. «دراسة نظرية للخواص البصرية: معامل امتصاص الفوتون، اللانفوذية، ومعادلات الحالة للعناصر الخفيفة، بما في ذلك ظاهرة الخطوط» تقرير ختامي، أيلول/ سبتمبر 1961، المجلد الأول، AFSWC-TR-61-71/GA-2528.

دافيد، س. و. (مع عمل من تأليف ر. م. فيكس وت. تايكمان) «دينامية نظام النابض ذي الكتلتين» رقم GAMD-2596 تاريخ 29/9/1961.

دافيد، س. ف. «تجربة نموذج بقياس معين يتضمن ماصات الصدمة حلقية (صفيحة دافع قطر 14 بوصة)» رقم GAMD-2554 تاريخ 5/10/1961.

نواك، م. ج. «حول حفظ الطاقة في مقاربات الفرق المحصور» رقم GAMD-2728 تاريخ 10/10/1961.

تايلور، ت. ب. «مبادئ دفعية متطورة» رقم GAMD-2592 تاريخ 24/10/1961.

كيس، ك. م. «استقرار الدفق على الصفيحة» رقم GAMD-2571 تاريخ 6/11/1961.

فايس، د. س. «أساليب الحساب للرحلات السريعة بين الأرض والمريخ» رقم GAMD-2626 تاريخ 14/11/1961.

تايكمان، ت. «الحركية في مخروط من الجسيمات الدقيقة يتمدد بانتظام» رقم GAMD-2637 تاريخ 20/11/1961.

فولييه، و. ج. «ملاحظة حول الناقلية الحرارية في درجات الحرارة العالية» رقم GAMD-2681 تاريخ 13/12/1961/1961.

دان، ب. ب. ونواك، م. ج. (مع عمل من تأليف إ. أ. داي وب. ب. ريتر) «التشوه الحاصل في أقراص من الألومنيوم بفعل موجات الصدمة المندفعة من شحنات كروية الشكل لمواد عالية التفجّر» رقم GAMD-2680 تاريخ 13/12/1961.

كارلسون، ك. م. «أشكال البالونات في الارتفاعات العالية» رقم GAMD-2820 تاريخ 5/1/1962.

دافيد، س. ف. «الشكل العام لماصات الصدمة ذات المرحلة المزدوجة (POGO) ـ دراسة تمهيدية، الشكل العام لنظام النابض المزدوج» رقم GAMD-2836 تاريخ 19/1/1962.

فايس، د. س. «حلول بيانية للرحلات بين الأرض والمريخ» 1662 تاريخ 19/1/1962.

فريمان، ب. إ. «طريقة عددية لمعادلة انتقال الإشعاع في الهندسة المستوية» رقم GAMD-2874 تاريخ 22/1/1962.

تقرير بعنوان «مشروع للدفع من خلال تفاعل النبضة النووية/ الكيماوية (مشروع أوريون) ملحق التقرير الموجز للفترة 1/7/1961 وحتى 31/12/1961» رقم GAMD-2836، تاريخه مجهول.

فريمان، ب. إ. وكراتز، هـ. ر. ووايلد، ج. م. «مشروع الدفع من خلال تفاعل النبضة النووية/ الكيماوية، تقرير ربعي للفترة 1/1 ـ 31/3/1962» رقم GAMD-3096 تاريخ شهر آذار/ مارس 1962.

تايكمان، ت. «نموذج الانهيار لانفجار داخلي كروي في جو رقيق» رقم GAMD-3098 تاريخ 7/3/1962.

كرافتون، س. هـ. (مع عمل من تأليف م. ج. نواك) «المجموعة المرتبة ضد الدليل المؤشر لطابعة IBM، برمجية فورتران Fortran» رقم GAMD-3011 تاريخ 9/3/1962.

بلاكستوك، أ. و. وكراتز، هـ. ر. وفيني، م. ب. «المقياس الكهربي الإجهادي لقياس الضغوط سريعة التغيّر وحتى 7 كيلو بار» رقم GAMD-2444 تاريخ 14/3/1962.

فريمان، ب. إي. «بعض المقاربات في المعالجة العددية لانتقال الإشعاع عبر وسط معين مع معامل الامتصاص المستند إلى التردد» رقم GAMD-3074 تاريخ 1/4/1962.

تايكمان، ت. (مع عمل من تأليف د. ر. بيتس) «السلوك الابتدائي لانفجار داخل تجويف» رقم GAMD-3113 تاريخ 12/4/1962.

نواك، م. ج. «انتقال الإشعاع غير المستقر والمقاربات السميكة ـ الرقيقة» رقم GAMD-3095 تاريخ 12/4/1962.

روس، د. و. «العوامل البنيوية والمركبات الفضائية في حالة مثلى» رقم GAMD-1538 ملحق تاريخ 7/5/1962.

تقرير برقم GAMD-3151 مجهول المؤلف والعنوان والتاريخ (أواسط عام 1962) بخصوص دراسات تتعلّق بالمهام والحمولة.

دافيد، س. ف. «تجارب خاصة بالإضافات المرتبطة بالصفيحة المتلقية للصدمة» رقم GAMD-3198 تاريخ 1962/6/11.

تايلور، ت. ب. «الدفع النووي بالفضاء» رقم GAMD-3218 تاريخ 1962/6/12.

دان، ب. ب. و ريتر، ب. ب. «التصوير الشعاعي بالومضة للشحنات الأسطوانية الحلقية ذات الانفجار نحو الداخل» رقم GAMD-3284 تاريخ 1962/6/26.

تقرير بعنوان «تجارب نووية مقترحة» رقم GAMD-3316 تاريخ 1962/8/1.

فايس، د. س. «مناقشة عامة حول رحلات الذهاب والعودة بين الأَرض والمريخ» رقم GA-3184 تاريخ 1962/8/13.

نواك، م. ج. «BAMM مجموعة قوانين فورتران لكومبيوتر IBM 7090 من أجل حساب الانثناء وحركة الغشاء» رقم GAMD-3432 تاريخ 1962/8/28.

فريمان، ب. إ. «انتقال الإشعاعات في التشكيل التماثلي الكروي» رقم GAMD-3488 تاريخ 1962/9/4.

كراتز، هـ. ر. «قياس التآكل بالإشعاع الطريقة السائدة لنقل الطاقة» رقم GAMD-3569 تاريخ تشرين الأول/ أكتوبر 1962.

ريتز، أ. «التسخين بالنيوترون وأشعة غاما لصفائح الحديد» رقم GAMD-3690 تاريخ 1962/10/24.

تريشو، م. «دراسات للقِيَم المتغيرة عام 1962، دراسة للقيم المتغيرة في مركبة أوريون والشحنات استناداً لتصميم خاص بالوزن 200 طن و4000 طن» رقم GAMD-3597 تاريخ 1962/10/25.

دان، ب. ب. «كتلة الغازات ذات السرعة العالية المنطلقة من شحنات حلقية ذات انفجار داخلي» رقم GAMD-3629 تاريخ 1962/10/31.

نواك، م. ج. «آراء حول الظروف الحدودية في سطح معرض للتآكل» رقم GAMD-3639 تاريخ 6/11/1962.

مانشيني، ر. ج. «الإجهادات المستحثّة داخل أنبوب رقيق الجدار بفعل إِدخال مفاجئ للحرارة عند السطح الداخلي» رقم GAMD-3605 تاريخ 1962/11/9.

فوليبه، و. ج. «حركية التبخر تحت الدرجة الحرجة» رقم GAMD-3633 تاريخ 1962/12/14.

وولش، ج. ت. تقرير برقم GAMD-3881، عنوانه غير معروف وتاريخه كانون الثاني/ يناير 1963.

تريشو، م. «القِيَم المتغيّرة في المركبة وتأثّرها عند إفراغ الوقود والشحنات» رقم GAMD-3776 تاريخ كانون الثاني/ يناير 1963.

تايكمان، ت. «احتياجات أوريون للوقود» رقم GAMD-3068 تاريخ 1963/2/19.

ريباربيللي، س. «تحليل التشوّه في بنية صفيحية الشكل متمثّلة بشبكة من الجوائز»، ملحق تاريخ 26/2/1963 للتقرير رقم GAMD-998.

دافيز، س. ج. «حساب عددي لانفجار نووي في ارتفاعات عاية» رقم GAMD-4301 تاريخ عام 1963.

أوفرماير، ر. ف. وهوبكنز، ج. ر. وويلليس، د. إ. «تأثيرات الإشعاع والتجارب على الأدوات: مبدأ الدفع بالنبضة النووية» رقم GAMD-4832 تاريخ 14/5/1963.

شتال، ر. هـ. (مع عمل من تأليف م. ر. إيمز وم. ب. فيني وو. سيمونز) «مسبار مكثف لقياس التآكل» رقم GAMD-4255 تاريخ 15/5/1963.

موني، و. إ. «رحلة أوريون إلى المريخ» رقم GA-P-359-1 تاريخ 24/6/1963.

تقرير بعنوان «جداول إيجازات شركة جنرال أتوميك للاجتماع الذي يسبق البداية، تاريخ 27/6/1963» دراسة تمهيدية حول مركبة فضائية تستخدم النبضة النووية سوف تجريها جنرال أتوميك لصالح «مكتب المشاريع المستقبلية التابع لمركز مارشال للتحليق الفضائي في وكالة ناسا، رقم GA-C-395 تاريخ 25/6/1963.

أمتمان، هـ. هـ. «معلومات أولية حول نظام كامل لدعم الحياة في مركبة فضائية مأهولة» رقم GAMD-4507 تاريخ 23/7/1963.

موني، و. إ. «دراسة تأثيرات استخدام مواد من منشأ قمري أو كوكبي كوقود دفعي» رقم GA-0223 تاريخ شهر آب/ أغسطس 1963.

أمتمان، هـ. هـ. «نظام معلومات فضائية وأرضية ـ الجزء الأول ـ مبادئ أساسية للحساسات» رقم GAMD-4066 تاريخ شهر آب/ أغسطس 1963.

فايس، د. س. «لقاء عند التوقف، مفهوم جديد» رقم GA-3625A تاريخ 20/8/1963.

فايس، د. س. «آراء حول استخدام مواد من منشأ قمري أو كوكبي كوقود دفعي في مركبة أوريون» رقم GA-P-363-1 تاريخ 21/8/1963.

موني، و. إ. «إقامة الطاقم في مركبة أوريون» رقم GA-P-363-2 تاريخ 3/9/1963.

موني، و. إ. ونانس، ج. س. وبيات، ك. د. وشيبس، ب. ر. وفايس، د. س. «عرض توضيحي أثناء تنفيذ العقد حول الدراسة التمهيدية لمركبة فضائية تستخدم النبضة النووية» رقم GACD-4593 تاريخ 25/9/1963.

تايكمان، ت. «أقصى دفع نوعي يمكن تحقيقه في محركات الدفع بالنبضة النووية» رقم GAMD-4733 تاريخ 31/10/1963.

أمتمان، هـ. هـ. وداي، إ. أ. «الأساليب التجريبية والمهام التطويرية المتعلقة بتطوير محركات الدفع بالنبضة النووية. تقرير ختامي» رقم GAMD-4740 تاريخ شهر تشرين الثاني/ نوفمبر 1963.

ريد، ل. ل. «وظيفة النصف، أسلوب جديد لتخزين عددين لدرجة الطفو في برنامج وورد لكومبيوتر 36 بيت» رقم GA-4805 تاريخ كانون الأول/ ديسمبر 1963.

تقرير بعنوان «مشروع دفع بالنبضة النووية (مشروع أوريون) تقرير فني موجز رقم RTD-TDR-63-3006 (1963 ـ 1964)» رقم GA-4205: المجلد الأول، «دراسة لتصميم المركبة الأصل (تشرين أزول/ أكتوبر 1963)؛ المجلد الثاني، «تأثيرات التفاعل (آذار/ مارس 1964)؛ المجلد الثالث، «منظومة النبضة» (آذار/ مارس 1964)؛ المجلد الرابع، «الاستجابة البنيوية التجريبية» (تموز/ يويو 1963).

فولييه، و. ج. «حساب درجة الحرارة لصفيحة محدودة رقيقة من قياسات الإشعاع Bremsstrahlung» رقم GAMD-4898 تاريخ 9/1/1964.

تقرير بعنوان «دراسة حول مركبات تعمل بالنبضة النووية، تقرير موجز مكثّف» رقم GA-4891 تاريخ 14/1/1964.

تقرير بعنوان «عرض ختامي لدراسة حول مركبات تعمل بالنبضة النووية» رقم GACD-4914 تاريخ 15/1/1964.

تقرير بعنوان «أوضاع برنامج مركبة تعمل بالنبضة النووية، عرض مقدّم إلىٰ قيادة القوى الجوية في واشنطن العاصمة بتاريخ 27/2/1964» رقم GA-C-565-1.

بيات، ك. د. «MOTET: برنامج كومبيوتر لحل معادلات الهايدروديناميك المعتمدة علىٰ الزمن في بُعدين مع دفق إشعاعي» (الرقم غير معروف) تاريخ شهر آذار/ مارس 1964.

ساغر، ب. هـ. «تطبيقات النظام المبكر للدفع بالنبضة النووية» رقم GA-5140، مسودة تمهيدية، تاريخ 1/4/1964.

تايكمان، ت. «حدود الأداء للصواريخ ذات الدفع بالنبضة النووية (1)» رقم GAMD-5152 تاريخ 7/4/1964.

نانس، ج. س. وتايلور، ت. ب. «توصيف مقترح لبرنامج عمل أوريون للسنة المالية 1965» المسودة الأولى من وضع نانس والمسودة الثانية من وضع تايلور، رقم GA-C-622 تاريخ 21/4/1964.

بول، ر. أ. «الآثار العابرة للإشعاعات في ناقل الضغط بمركبة أوريون ومسبار حساب زمن الوصول» رقم GA-3696 تاريخ 24/4/1964.

أمتمان، هـ. هـ. «تفاصيل حساب التكاليف من أجل خطة تطوير أَرضية لنظام الدفع بالنبضة النووية» رقم GAMD-4953 تاريخ 5/5/1964.

تقرير بعنوان «خطة تطوير أَرضية لنظام الدفع بالنبضة النووية» رقم GAMD-5020 التاريخ والمؤلف غير معروفين.

غيربر، م. ج. وساغر، ب. هـ. «HAYO: برنامج كومبيوتر لمعرفة حجم نظام مركبة فضائية ذات نبضة نووية» رقم GAMD-5267 تاريخ 8/5/1964.

تقرير بعنوان «الحجج المؤيدة لبرنامج بحوث دعماً لبرنامج تجارب نووية لمنظومة الدفع بالنبضة النووية» رقم GA-C-669 تاريخ 2/6/1964.

تايكمان، ت. «التشوه الجانبي لحلقة سطحية تتعرّض للضغط» رقم GAMD-5347 تاريخ 3/6/1964.

أمتمان، هـ. هـ. وداي، إ. أ. (مع عمل من تأليف إ. ج. ويتنكيلر) «بحوث تمهيدية لمنشأة تجارب نبضة HE المتكررة» رقم GAMD-5351 تاريخ 4/6/1964. مع ملحق من تأليف أو. بودن بعنوان «آراء وملاحظات حول آلية عمل منشأة تجارب النبضة HE المتكررة» تاريخ 18/6/1964.

بودن، أو. و. وماكن، ت. «مراجعة للمواد ومشاكل الصنع لمنصة وسيطة وأنبوب مكبس لمرحلة ثانية» رقم GAMD-5408 تاريخ 17/6/1964.

هامريك، ج. ر. وساغر، ب. هـ. «Masjet: برنامج لكومبيوتر IBM 7044 من أجل تنفيذ التحليق لنظام دفعي يشتمل علىٰ التخلّص من الكتلة علىٰ فترات منفصلة» رقم GAMD-5221 تاريخ تموز/ يوليو 1964.

فريمان، ب. إ. وليندلي، و. ب. «DIANE: برنامج كومبيوتر لحساب (معامل امتصاص الفوتون) رقم GAMD-5501 تاريخ عام 1964 (التاريخ غير معروف علىٰ وجه الدقّة).

وولش، ر. ت. «نظام Diaphanous (2): برنامج كومبيوتر (لحساب اللانفوذية في مجموعة رموز SPUTTER). رقم GAMD-5549 تاريخ شهر آب/ أغسطس 1964.

تقرير بعنوان «برنامج تجارب مقترح لمعرفة الاستجابة الديناميةلنظام ماصات الصدمة الحلقية المعبأة بالغازات الخفيفة جداً وذات الاستطاعة العالية عندما تندفع بقوة الشحنات الدفعية لمواد عالية التفجّر» رقم GACP-42-2835 تاريخ 1964/8/31.

نانس، ج. س. وشيبس، ب. ر. وأمتمان، هـ. هـ. وداي، إ. أ. ودافيد، س. ف. وماكن، ت. وموني، و. وبيات، ك. د.، وساغر، ب. هـ. وستيوارت، ج. و. وتايكمان، ت. وتريشو، م. وفايس، د. س. وويكنر، ن. ف. وإبهريكه، ك. أ. وبراون، ب. «دراسة لمركبة فضائية بالنبضة النووية» رقم GA-5009 تاريخ 1964/9/19، المجلد الأول: «تقرير موجز»، المجلد الثاني: «أداء وتكاليف منظومة مركبات»، المجلد الثالث: «تصميم مبدأي للمركبة وأنظمة التشغيل».

دافيد، س. ف. وداي، إ. أ. «توليد الصدمة القوية المتكررة ونظام ماصات الصدمة المرنة» رقم GA-5685 تاريخ 1964/9/29.

نانس، ج. س. «الدفع بالنبضة النووية» رقم GAMD-5572 تاريخ 1964/10/5.

ماكن، ت. «التوافقية والخصائص في مركبة الإطلاق لمنظومات الدفع بالنبضة النووية» رقم GAMD-5834 تاريخ 1964/10/15.

تايكمان، ت. «التأثيرات الزاويّة الناجمة عن التوضع غير المتماثل لمتفجرات متماثلة محورياً» رقم GAMD-5823 تاريخ 1964/10/26.

إيمز، م. ر. وموهل، و. أو. «الأحمال الزائدة العابرة لمرسمة الذبذبات (أو سيلوسكوب تيكتروني)» رقم GAMD-5852، تاريخ شهر تشرين الثاني/ نوفمبر 1964.

ماكن، ت. (مع عمل من تأليف أ. ستيغر) «تحليل تمهيدي للحماية من الشهب في محركات أوريون بقطر 10م» رقم GAMD-5833 تاريخ 1964/11/12.

دافيد، س. ف. وهاغر، إ. ر. «بحث وتدقيق في ماصات الصدمة ذات المرحلة المزدوجة» رقم GAMD-5911 تاريخ شهر كانون الأول/ ديسمبر 1964.

دافيد. س. ف. وآخرون «خصائص حجرة الدفع بالنبضة النووية كما جرى التنبؤ بعملها لمطلع الثمانينيات» رقم GAMD-5934 تاريخ 1964/12/5.

تقرير بعنوان «مشروع الدفع بالنبضة النووية (مشروع أوريون) تقرير موجز فني للفترة 1963/7/1 وحتى 1964/6/30» رقم WL-TDR-64-93؛ الرقم GA-5386 تاريخ 1964/12/15. المجلد الأول: «تقرير موجز»؛ المجلد الثاني: «الفيزياء النظرية والتجريبية»؛ المجلد الثالث: «تصميم المحرك، تحليل، وأساليب التطوير»؛ المجلد الرابع: «اختبارات تجارب هندسية».

دافيد، س. ف. «القساوة المحورية والجانبية لبنية الشعيرة الحلقية» رقم GAMD-6061 تاريخ شهر كانون الثاني/ يناير 1965.

دافيد، س. ف. ودورنغ، د. أ. وليغهورن، ج. ج. (مع عمل من تأليف س. ر. ديسموكس وك. د. بيات وس. ج. ساند) «الدفع بالنبضة النووية (أوريون) المحرك في حالة مُثلى» رقم GAMD-6044 تاريخ 1965/2/8. ويتضمن الملحق (آ) بعنوان «لائحة بالقِيَم المتغيرة المدخلة» والملحق (ب) بعنوان

«لائحة بالقِيَم المتغيرة الخارجة» والملحق (ج) بعنوان «شكل الثقب المفتاحي» والملحق (د) بعنوان «OROP لائحة برامج» والملحق (هـ) بعنوان «OROPLE: لائحة براج».

تقرير بعنوان «تحليل البنية لمجموعة نابض حلقي» (المؤلف غير معروف) الرقم GAMD-5148 تاريخ شهر آذار/ مارس 1965.

تريبليت، ج. ر. وآخرون «SPUTTER: برنامج كومبيوتر عام لميكانيك الإشعاع والموائع، بالبعد الواحد، الجزء الأول» رقم GA-4820 تاريخ 1/3/1965.

تقرير بعنوان «التطبيقات العسكرية المحتملة» (المؤلف غير معروف) رقم GA-C-962 (الرقم السابق رقم GA-0-321) تاريخ 1/3/1965.

تقرير بعنوان «الدفع الفضائي في مشروع أوريون: الأوضاع الفنِّيَّة وإِمكانية القيام بالرحلة» (المؤلف غير معروف) رقم GA-C-944 تاريخ 1/3/1965.

شيبس، ب. ر. «إِمكانية القيام برحلات استكشافية مأهولة للكواكب باستخدام الدفع بالنبضة النووية» رقم GA-6224 تاريخ 19/3/1965.

تقرير بعنوان «تقرير شهري عن سير الأعمال ـ شباط/ فبراير 1965. مشروع أوريون ـ مبدأ الدفع بالنبضة النووية» رقم GA-C-933 تاريخ 19/3/1965.

دافيد، س. ف. «الدفع بالنبضة النووية (أوريون) 1965 ـ الأوضاع الهندسية» رقم GA-6280 تاريخ شهر نيسان/ أبريل 1965.

دافيد، س. ف. «دراسة حالة الاستقرار لمنظومة المحرك (أوريون) في الدفع بالنبضة النووية» رقم GAMD-6213 تاريخ 30/4/1965.

داي، إِ. أ. ونانس، ج. س. «الدفع بالنبضة النووية (أوريون) خلاصة الأوضاع الفنية وخطة التطوير الأرضي» رقم GA-6307 تاريخ 1/5/1965.

تقرير بعنوان «مشروع الدفع بالنبضة النووية (مشروع أوريون)، تقرير ختامي للفترة 1/7/1964 ـ 1/3/1965» رقم GA-6261 تاريخ شهر تموز/ يوليو 1965 (AFWL TR 65-45).

إِيهريكه، ك. أ. «دراسة حول مركبة فضائية تعمل بالنبضة النووية، المجلد الرابع: متطلبات سرعة الرحلة وجدول مقارنة للمنظومات (مع ملحق إِضافي)». رقم GA-5009 تاريخ 28/2/1966.

شكر وتقدير

بتاريخ 31 كانون الأول/ ديسمبر عام 1959 بعث والدي برسالة إلىٰ والديه جاء فيها: «ذهبت يوم الاثنين، وللمرة الثانية، إلىٰ واشنطن لأتحدث مع كبار المسؤولين عن مركبتنا الفضائية، والتقيت تيد تايلور هناك، أعرب هؤلاء المسؤولون عن تعاطفهم معنا لكنهم قالوا لا توجد حالياً أية فرصة لممارسة ضغط في سبيل المضي قدماً بالمشروع خلال السنوات القليلة القادمة. خرجت أحمل في داخلي إحساساً بدنو النهاية، علىٰ الأقل فيما يتعلق بي. لقد استمتعت كثيراً بالعمل الذي قمت به في هذه المسألة خلال السنة المنصرمة. وهذا العمل الذي أديته سوف يبقى متاحاً لكل من يريد أن يستفيد منه. إذ لا بد أن يأتي يوم يتجدد فيه الاهتمام بالمشروع فيبعث حياً ويمضي قدماً بنشاط وحيوية أكبر. وأما في غضون السنوات القليلة القادمة فلا يوجد شيء أفعله، لهذا اتفقت وتيد علىٰ أن السبيل الوحيد أمامنا فيما لو توقفت العمل بالمشروع أن نتعاون معاً علىٰ تأليف كتاب».

والكتاب هذا، إذن، من تأليف تيد تايلور وفريمان دايسون. بيد أن عدداً كبيراً من الأشخاص الذين تعاونوا معهما قبل أربعين عاماً في محاولة بناء مركبة أوريون قدموا لي العون أيضاً بسخاء لا يقل شأناً أو أهمية عما فعلوا سابقاً. أذكر منهم هيربرت يورك وبرايان دان ومو شارف وبرونو أوغنشتاين وتوماس

ماكن وجيري أستل وكارول وولش وكارلو ريباربيللي وبيل فولييه وجون بيرك وإد غيللر ودون بريكيت وهاريس ماير وبيير نويز وإدوارد تيللر ولو ألن وإد كروتز وبيرت فريمان وهانز أمتمان ورالف وجوني شتال ودافيد فايس وهارولد فيغز وباد بيات وكيث بروكنر وفرانسواز أولام ومارشال روزنبلوث وبيل سمبسون ودوغ فوكيه، حيث أتاحوا لي جميعاً مئات الساعات لإجراء حوارات معهم ولولاها ما استطعت أن أقدِّم الكتاب بالصيغة التي هو عليها حالياً. وإن وجد القارئ شيئاً من التخمين الذي يطال المعلومات السرِّيَّة فهذا من تقديراتي الخاصة ولا شأن لأي منهم فيها.

ولا بد من ذكر أسماء أشخاص آخرين لهم إسهاماتهم الكبيرة في مشروع أوريون ولم تتح لي فرصة التحدث معهم، وهم: ستان أولام، وفريدريك دي هوفمان ودون مكسون ومايكل تريشو وإد داي ومايكل إيمز وجون س. ستيوارت وتشارلز لوميس وإليزابيت رزبرغ ولويز آيلز وجيمس نانس وهوارد كراتز وبيري ريتر ورون بريتر وتيودور تايكمان وبول شيبس ومايكل نواك وراي غيلبرت وفريد و. روس وكونستانت دافيد وتشارلز ماوتز وكين كيس وأوغدن يودين وجيرمي بيرنشتاين. لكنني لم أوفيهم حقهم في هذا الكتاب.

كما أدين بالشكر إلىٰ شركة جنرال أتوميك (وفيما بعد أتوميكس) ومخبر لوس ألاموس الوطني ومكتب التاريخ في قاعدة كيرتلاند الجوية (وبخاصة روبرت دفنر) وشركة راند RAND ومركز مارشال للتحليق الفضائي التابع لوكالة ناسا لما قدموا لي من وثائق تدعم ذاكرة الإنسان في أحداث وقعت قبل أربعين عاماً، ولولاها ما استطاع المرء أن يحسم إشكالاتها. وكان لمركز المعلومات الفنية الدفاعية الأَمريكي فضل كبير في تأكيد وجود وثائق معينة ولا يسعني إِلاَّ أن أعرب عن شكري وامتناني له لاحتفاظه بمواد علىٰ جانب كبير من الأهمية سوف يفوض بالإفراج عنها في يوم ما.

وأذكر بالشكر والتقدير جون بروكمان وكاتينكا ماتسون وستيفان ماك

غرات وويليام باتريك ودافيد سوبل الذين يعود الفضل لهم في تحويل اهتمامي بمشروع أوريون من مجرد قصة حب وحنين إِلىٰ كتاب. والشكر الخاص لجامعة فيرهافن كولدج وجامعة واشنطن الغربية التي احتفظت بانتسابي إليها خلال الأعوام الثلاثة، والشكر أيضاً إِلىٰ باتريك أونغ الذي أسهم في دعم أسفاري لإجراء المقابلات. ولا أنسى فضل كينيت براور الذي فتح أمامي أبواباً كثيرة عام 1978 عندما نشر كتاب The Starship and the Canoe. كما أذكر بالتقدير كلاً من أنطوني مارتن وألان بوند ومجلة Journal of the British Interplanetary Society الذين كشفوا لنا عام 1979 كثيراً من الحقائق أدركنا من خلالها أننا نجهل الكثير عن مشروع أوريون بعد عشرين عاماً. وأما سيلفان شفيبر وسكوت لوثر وجونديل سولم وآخرون من الزملاء الباحثين فلم يضن أحد منهم بتقديم المعلومات اللازمة ـ وأملي كبير بأن يستفيد من يدفعهم الحماس إِلىٰ أوريون مستقبلاً من المعلومات التي يقدّمها هذا الكتاب.







في عام ١٩٥٧ شرعت مجموعة صغيرة من العلماء تدعمهم الحكومة الأمريكية بمحاولة جادة لبناء سفينة فضائية تزن أربعة آلاف طن وتستخدم القنابل النووية وقوداً لها. كانت الخطة الأولية لهذا المشروع تقضي بتسيير رحلات إلى المريخ مع حلول العام ١٩٦٥، وإلى الكوكب زحل قبيل عام ١٩٧٠ في مركبات تحمل شحنات متفجرة تزن ألف طن. وبعد سبعة أعوام من العمل الجاد تبين لهؤلاء العلماء أن التحديات التقنية يمكن تجاوزها والتغلب عليها، إلا أن عقبات سياسية وقفت حائلاً أمام هذا المشروع وأوقفت كل الجهود المبذولة فيه. غير أن المشروع بكل ما فيه من مزيج من الفيزياء النظرية والهندسة المعملية، ومن فيه من شخصيات تتميز بتنوعها من أبطال الحرب الباردة إلى روّاد يحلمون بأن يكونوا أول من يرتاد الفضاء ويرتحل فيما بين الكواكب، يبقى المشروع قصة من أكثر قصص القرن العشرين إثارة وتشويقاً، لا سيما في محاولة الإجابة على السؤال «ماذا لو؟». ترأس فريق العمل بمشروع أوريون العالم الأمريكي الشهير بتصميم القنابل تيودور ب. تايلور، وتضمن بين أعضائه الفيزيائي المعروف فريمان دايسون، الذي كان ابنه جورج في الخامسة من عمره عندما تم الإعلان عن هذا المشروع لأول مرة. وعلى خلفية من الحرب الباردة بذل العلماء جهودهم الحثيثة لاستخدام قوة الأسلحة النووية في ميدان استكشاف المجموعة الشمسية بدلاً من استخدام هذه الأسلحة في تدمير أهداف على الأرض.

يحاول جورج دايسون في كتابه هذا **(مشروع أوريون)** أن يختزل مئات الساعات من المقابلات وآلاف الصفحات من الوثائق التي نقب عنها مؤخراً والتي كان قسم كبير منها قد رفعت عنه السرية ليضع أمام القارئ قصة اكتنف الغموض جوانب كثيرة من أحداثها ولم يعرف عنها في حينها سوى بضع شذرات.

يقدم لنا دايسون في وصفه الغني بتفاصيله حول الشخصيات والعلوم الفيزيائية والحياة السياسية التي أحاطت بهذه الطموحات، ولأول مرة قصة من القصص النادرة حول السباق نحو الفضاء.

قالوا وأثنوا:

«يقدم لنا كتاب **(مشروع أوريون)** وصفاً لأروع ما قيل في عصر الفضاء حول «أشياء كان ممكناً تحقيقها، وأشياء يمكن أن تتحقق أيضاً، وهو قراءة ضرورية لكل من لديه اهتمام بمعرفة البيروقراطيات الحكومية ومجمع الصناعة العسكرية».

السير آرثر كلارك

«يُعدّ جورج دايسون واحداً من أفضل من كتب في العلوم، وهو يقدم في **(مشروع أوريون)** سجلاً تاريخياً بارع التصوير لجهود بذل إبان الحرب الباردة يتمثل في صنع مركبة فضائية تطوف فيما بين الكواكب، وتعمل بدفع من القنابل الذرية. وهو أيضاً قصة يرويها أحد أفرادها، أو هي قصة حياة شخصية لشخص يشبه كاميلوت، تكنولوجي الإبداع، ربما لن تتاح لنا الفرصة ثانية لرؤية مثيل له. إنه حقاً كتاب رائع».

غريغ بير

مؤلف كتاب Darwin's Radis



موضوع الكتاب: سفن الفضاء

موقعنا على الإنترنت:

http/: www.obeikanbookshop.com